

# DIAGNÓSTICO DA ÁREA DO ANTIGO LIXÃO DO MUNICÍPIO DE NANUQUE, MINAS GERAIS, BRASIL

## *DIAGNOSIS OF THE AREA OF THE FORMER DUMP IN THE MUNICIPALITY OF NANUQUE, MINAS GERAIS, BRAZIL*

Cláudia Tigre Cordeiro, Raissa Matos Nunes, Giovanni Guimarães Landa\*

Centro Universitário de Caratinga. Rua Nelício Cordeiro, S/N, Bairro Israel Pinheiro, Nanuque – MG, CEP: 39860-000 [gioguimaraes@yahoo.com.br](mailto:gioguimaraes@yahoo.com.br)

### RESUMO

As áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos são focos potenciais de poluição, influenciando negativamente na qualidade de vida, saúde humana e ambiental nas regiões sob sua influência. O objetivo foi diagnosticar a área do antigo lixão da cidade de Nanuque, Minas Gerais, identificar se a sua desativação ocorreu dentro dos padrões recomendados, aferir os principais riscos ambientais, analisar a contaminação do solo e verificar o comprometimento das águas de nascentes localizadas nas proximidades do local. A metodologia consistiu de entrevistas abertas, visitas, levantamento fotográfico, análise química de solo (pH, P, K, Ca, Zn, Mn, Na e CTC), restituição topográfica e cadastramento de nascentes, e análise química da água (Cu, Mn e Zn). Os resultados encontrados mostram que o antigo lixão ainda se encontra com irregularidades, apresentando degradação ambiental e risco à saúde pública. As análises químicas de solo indicam uma alta retenção de todos os parâmetros analisados, evidenciando contaminação. Os resultados das análises de água apresentam valores de Mn (0,300 mg/l, 0,500 mg/l e 0,800 mg/l nas amostras 1, 2 e 3 respectivamente) acima do valor máximo permitido pela Portaria 2914/2011 e, considerando o fluxo subterrâneo gerado, afere-se que a contaminação desta é advinda do chorume.

**PALAVRAS-CHAVE:** lixão, degradação ambiental, contaminação de solo e água.

### ABSTRACT

The areas used for disposal of urban solid waste are potential sources of pollution, negatively influencing the quality of life, human health and the environment in the regions under its influence. The objective of this study was to diagnose the area of the old dump of Nanuque city, Minas Gerais, to identify if its deactivation occurred within the recommended standards, to assess the main environmental risks, to analyze the contamination of the soil and to verify the commitment of the waters of springs located near the local. The methodology consisted of open interviews, visits, photographic survey, soil chemical analysis (pH, P, K, Ca, Zn, Mn, Na and CTC), topographic restitution and spate collection, and chemical analysis of water (Cu, Mn and Zn). The results show that the old dump still has irregularities, presenting environmental degradation and public health risk. The



chemical analyzes of soil indicate a high retention of all analyzed parameters, evidencing contamination. The results of the water analysis presented values of Mn (0.300 mg / l, 0.500 mg / l and 0.800 mg / l in samples 1, 2 and 3 respectively) above the maximum value allowed by Ordinance 2914/2011 and considering the underground flow generated, it is contended that the contamination of these is derived from the manure.

**KEY WORDS:** dump, environmental degradation, soil and water contamination.

## INTRODUÇÃO

De acordo com a Abrelpe<sup>(1)</sup>, a grande quantidade de resíduos sólidos gerados no Brasil não é compatível com as políticas públicas vigentes e com os investimentos públicos para o setor. Além disso, a capacitação técnica e a conscientização da sociedade são fatores determinantes para as questões referentes à sustentabilidade na temática de resíduos sólidos. O rápido crescimento populacional, aliado ao capitalismo em sua versão moderna, tecnologia de fácil acesso e à globalização, têm provocado hábitos cada vez mais consumistas, aumentando a produção de resíduos a uma taxa surpreendente, maior, inclusive, que a taxa de crescimento da população.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos dá prioridade à formação de consórcios intermunicipais para a gestão do lixo, inclusive para obtenção de financiamento federal. O consórcio é visto como solução principalmente, para os pequenos municípios, pois o mesmo é fundamental para conferir eficácia para erradicação dos lixões. Contudo, são vários os obstáculos encontrados na formação dos consórcios, como desavenças políticas entre gestores; falta de concordância quanto ao rateio das despesas, dentre outros<sup>(2)</sup>.

A quantidade de resíduos sólidos coletados diariamente no Brasil em 2008, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNBS, era de 183.488 toneladas, sendo que 50,8% destes eram destinados à vazadouros a céu aberto, ou lixões<sup>(3)</sup>. Segundo a ABLP<sup>(4)</sup>, os últimos dados oficiais sobre a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil são do ano de 2015, quando foram gerados

no país o volume de 79,9 milhões de toneladas, um acréscimo de 1,3 milhões de toneladas em relação a 2014.

Define-se lixão como uma área aberta passível de todo e qualquer material descartado sem um tratamento prévio, projeto ou qualquer critério de engenharia<sup>(5)</sup>. O lixão é uma forma primitiva de descarte dos resíduos e lamentavelmente, no estado Minas Gerais, no final do ano de 2009, cerca de 45% dos municípios dispunham os resíduos de forma inadequada, o que favorecia a proliferação de inúmeros vetores detentores de diversas doenças ao homem, a poluição do ar através da geração de gases, a poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas, além de provocar uma poluição visual<sup>(6)</sup>.

Recomenda-se com finalidade de minimização de impactos ao meio ambiente, que seja feito um estudo com levantamento de dados para escolha da área onde serão depositados os resíduos, com o objetivo de providências como: uma distância de segurança de 10 quilômetros entre a área do lixão e a área urbana e uma distância maior que 200 metros de rios, lagos, nascentes, e cursos d'água sendo esta última de acordo com a NBR 8419 e NBR 13896; o solo deve ser analisado previamente, e recomendam-se argilosos, devido à baixa permeabilidade<sup>(7)</sup>.

O chorume é um líquido de coloração escura, advindo da percolação da água através dos resíduos em decomposição, apresentando composição extremamente variável, podendo conter altas concentrações de sólidos suspensos, metais pesados e compostos orgânicos. Quando a água pluvial infiltra através dos resíduos, substâncias orgânicas e inorgânicas são lixiviadas pelo percolado podendo tanto escorrer e alcançar corpos hídricos superficiais, como infiltrar e atingir águas subterrâneas, transformando-os em fontes potenciais de contaminação ambiental e de riscos à saúde humana visto que, geralmente são os mesmos mananciais que servem de abastecimento urbano<sup>(8,9)</sup>.

Quando resíduos são lançados em encostas favorece uma instabilidade nos taludes, devido à sobrecarga e absorção temporária da água da chuva, podendo causar deslizamentos. Existe também um total descontrole em relação aos tipos de

resíduos enviados aos lixões, sendo que, na maioria das vezes, resíduos de saúde e industriais têm o local como destino. Pode-se acrescentar ainda a este cenário, a presença de catadores que veem nos resíduos uma alternativa de trabalho e buscam o seu sustento através da separação e comercialização de materiais recicláveis, apesar das condições sub-humanas<sup>(6)</sup>.

A Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), em 2003, criou um projeto intitulado “Minas sem lixões”, visando apoiar os municípios mineiros na implantação de políticas públicas voltadas para a gestão adequada de resíduos sólidos. A Lei Federal 12305/2010 e a Lei Estadual 18031/2009 proíbem o lançamento de resíduos *in natura* a céu aberto, devendo estes ter uma disposição final ambientalmente adequada, porém, segundo Feam<sup>(6)</sup>, muitas vezes, a desativação de lixões é realizada sem considerar critérios técnicos, sendo feita apenas através do encerramento da disposição de resíduos no local, fechamento e abandono da área. Desse modo, é cessada a presença de catadores e a queima de resíduos no local, por outro lado, a geração de gases e chorume continuam enquanto houver atividade biológica no interior do maciço de resíduos, e segundo SantoseMedeiros<sup>(10)</sup>, essa geração pode durar por mais de 20 anos após o encerramento das atividades de disposição final de resíduos, apresentando alto potencial poluidor do ar e das águas, problemas de instabilidade do terreno, degradação do solo, além da retenção de gás que dá origem ao risco de explosões.

Casos constatados de contaminação de solo e de águas superficiais e subterrâneas em áreas utilizadas como depósito de lixo são cada vez mais frequentes. O simples abandono e fechamento de lixões não devem ser os procedimentos adotados pelos municípios na inativação destes, em função da grande possibilidade de ocorrência de problemas ambientais, devendo os municípios buscar técnicas que minimizem os impactos<sup>(6)</sup>.

Este estudo teve como objetivos diagnosticar a área do antigo lixão da cidade; identificar se a sua desativação ocorreu dentro dos padrões recomendados; levantar os principais riscos ambientais; analisar a contaminação do solo e verificar o comprometimento das águas de nascentes localizadas nas proximidades

do local, a fim de formar um banco de dados, o qual poderá ser utilizado futuramente na escolha de alternativas para remediação da área.

## **METODOLOGIA**

### **ÁREA DE ESTUDO**

Nanuque é um município brasileiro do estado de Minas Gerais e possui uma área de 1.542,97 Km<sup>2</sup>. A cidade tem sua posição geográfica determinada pelo paralelo 17° 19' 12" de latitude sul e pelo meridiano 40° 20' 30" de longitude oeste. O clima em virtude da posição geográfica é o tropical úmido, com estação seca no período de maio a setembro, e chuvosa no período de outubro a abril, mostrando uma divisão nítida entre as estações, sendo, porém, irregular a distribuição das chuvas, que varia entre 900 e 1000 mm anuais e temperaturas médias anuais em torno de 24°C<sup>(11)</sup>. A cidade apresenta ainda, uma grande variedade de solos, sendo que os Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos, ambos distróficos e ácidos, predominam.

A quantidade de lixo coletada diariamente na cidade, no ano de 2010, segundo dados da Consita (empresa responsável pela coleta desses resíduos desde agosto de 2009), é de 35 toneladas, variando conforme a época do ano. A população da cidade é de 40.834 habitantes<sup>(12)</sup>, sendo a produção per capita de 0,857 kg/hab/dia. Estes resíduos eram destinados a um lixão (hoje inativo) que está localizado na rodovia MGT-418, apresentando latitude de 17°49'53" S e longitude 40°20'8" O, a aproximadamente 418 m de raio da área urbana e apresentando proximidade de nascentes e olhos d'água no raio de 200 metros, o que está em desacordo com o observado por Possamai et al.<sup>(7)</sup>.

É bom ressaltar que a quantidade exacerbada de lixo gerada deve ser considerada como um agravamento do problema da destinação final inadequada.

## LEVANTAMENTO DE DADOS

Para diagnóstico da área de estudo foram realizados os levantamentos: localização e dados históricos do antigo lixão; coleta de dados e empréstimo de registros fotográficos da época, disponibilizados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente; visitas *in loco* e levantamento fotográfico; amostragem de solo para análises químicas; restituição topográfica e cadastramento de nascentes; coleta e análise química de águas superficiais de nascentes próximas.

A localização, os dados históricos do antigo lixão foram obtidos através de entrevistas com antigos catadores e moradores do entorno. Os relatos ajudaram a caracterizar a atividade de destinação de resíduos. A Coleta de dados e o empréstimo de registros fotográficos da época, disponibilizados pela SMMA, visam reforçar como ocorria a disposição dos resíduos na área e quais foram os procedimentos realizados para o fechamento do mesmo.

As visitas *in loco* e o levantamento fotográfico realizado após o fechamento do lixão foram necessários para avaliação geral dos impactos, verificando assim se o lixão foi inativado de forma adequada.

## ANÁLISES DE SOLO

A amostragem de solo para análises químicas foram realizadas em 4 pontos, sendo eles: centro do lixão, área da base do talude, área superior ao lixão e área adjacente (ponto controle). Foram coletadas 10 amostras superficiais, na profundidade de 0 a 0,30 m, em cada ponto amostral, obtendo-se quatro amostras compostas para análise e comparação de resultados.

As análises químicas de solo foram realizadas pelo laboratório Fullin, os quais foram analisados os seguintes parâmetros: pH, Fósforo Mehlich (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Sódio (Na) e CTC.

## RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA E CADASTRAMENTO DE NASCENTES

A restituição topográfica foi realizada a partir de um perfilamento a laser, na qual gerou pontos cotados que foram utilizados para desenhar as curvas de

nível do local. O cadastramento das nascentes localizados no entorno da área foram demarcadas com a utilização do GPS Garmin, modelo HCX; através das cotas das nascentes encontradas, foram geradas isolinhas do fluxo subterrâneo. Esses procedimentos foram realizados utilizando os programas de geoprocessamento Surfer (versão 10) e ArcGIS (versão 10.1).

## ANÁLISES DE ÁGUA

A coleta de águas superficiais para análise foi realizada em três nascentes: amostra 1 (P. 013) a 187 metros; amostra 2 (P. 029) a 44 metros; amostra 3 (P. 028) a 100 metros do lixão. As amostras foram conservadas utilizando frascos esterilizados, adicionando ácido nítrico de alta pureza e sendo mantidas a 18°C. Elas foram enviadas ao laboratório Fullin para análises de metais pesados (Cu, Zn e Mn), sendo estas realizadas pelo método de espectrometria de absorção atômica em chama. Os resultados das análises de água foram interpretados, analisados e comparados aos parâmetros de potabilidade de água da Portaria 2914/2011.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### DADOS HISTÓRICOS DO ANTIGO LIXÃO, VISITAS *IN LOCO* E LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO

De acordo com as informações obtidas através das entrevistas e coletas de dados, os resíduos sólidos da cidade de Nanuque/MG foram coletados (35 ton/dia) e despejados na área do antigo lixão a céu aberto por mais de duas décadas, sem qualquer seleção ou identificação da natureza dos mesmos, sendo eles de origem doméstica, comercial, industrial, de limpeza pública, e de construção; resíduos de origem de saúde (hospitalar, clínicas médicas, farmácias, laboratórios, etc.) também tinham o lixão como destinação final, porém estes eram coletados por um profissional responsável, lançados em uma vala, e posteriormente queimados.

A área na qual eram depositados os resíduos é de aproximadamente 6(seis) hectares. Os resíduos eram lançados na parte central do lixão e muitas vezes também eram depositados na parte superior (entrada), conforme pode ser observado na Figura 1.



**Figura 1.** Área central com a presença de catadores (à esquerda) e área superior do lixão (à direita).Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2010.

No local, a garimpagem de resíduos era constante, onde pessoas separavam materiais recicláveis para seu sustento sem nenhuma proteção, expostos à contaminação direta e a vetores de doenças como urubus, moscas, mosquitos, baratas, ratos etc., causando graves danos à saúde pública. Além disso, os catadores conseguiam reaproveitar apenas 8% do lixo descartado no local, já que a ausência de coleta seletiva não os favorecia.

Devido à quantidade exacerbada de resíduos, estes também eram empurrados para o talude ou queimados para obtenção de espaço. Quando queimados, uma fumaça tóxica era gerada e dispersada na cidade, principalmente no bairro Santa Helena. O morador da área de entorno obteve prejuízo em relação ao seu gado em decorrência dos resíduos que eram espalhados em sua propriedade, pelo vento.

No ano de 2008, a prefeitura comunicou aos catadores sobre o vindouro fechamento do lixão e, em 2010, o poder público de Nanuque, vendo-se pressionado por órgãos ambientais por não estarem cumprindo com o seu papel, foi forçado a realizar o fechamento do lixão por meio de um T.A.C. (Termo de



Ajustamento de Conduta) expedido pelo ministério público sob multas diárias de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) para o descumprimento de tal.

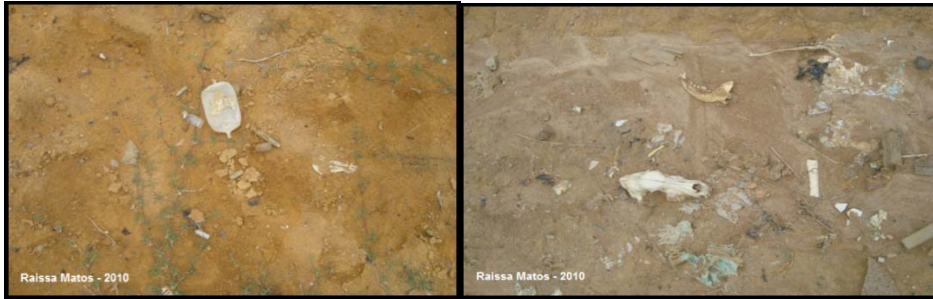
A prefeitura orientou os trabalhadores a se cadastrarem na ASCANUK – Associação dos Catadores de Materiais Reciclados de Nanuque, criada no intuito de atender as necessidades destes e cumprir a Lei Federal 12.305 de 2010 e a Lei Estadual 18.031 de 2009.

O fechamento do lixão aconteceu no dia 13 de março de 2010: o lixo foi espalhado e compactado e, logo após, coberto com uma camada de aproximadamente 40 cm de solo da área do entorno, formando uma massa de resíduos disforme e sem geometria definida. Uma tentativa de drenagem de água pluvial foi feita no local, porém ineficiente; foram lançadas algumas sementes de braquiárias e gramíneas, aleatoriamente, para fins de recuperação natural e foi instalada uma placa de advertência. Não foi realizado nenhum sistema de drenagem de chorume e/ou de gases.

Como pode se observar nas Figuras 2 e 3, em novembro de 2010, havia ainda a presença de resíduos superficialmente expostos, inclusive resíduos hospitalares e carcaças de animais, além de afloramento de lixo na área do talude, observando que a camada de solo utilizada para o aterramento se mostrou insuficiente.



**Figura 2.** Área central do lixão após aterramento com resíduos superficialmente expostos (esquerda) e afloramento de resíduos no talude (direita).



**Figura 3.** Presença de resíduos hospitalares (esquerda) e carcaças de animais (direita) no antigo lixão de Nanuque/MG.

Através de visitas *in loco* realizadas em janeiro e setembro de 2013 foi observado o desenvolvimento de vegetação em alguns pontos que, por um lado, contribuiu pra recuperação da paisagem, porém de forma irregular, sendo o crescimento desarmonioso uma consequência do contato direto com os resíduos; sendo assim, grande parte do solo ficou exposto à ação dos ventos e chuvas, o que ocasionou erosão, contribuindo para um maior afloramento dos resíduos, como pode ser visto na Figura 4. A presença de equinos e bovinos pastando no local também pode ser constatada, conforme a Figura 4, ocasionada pela ausência de cerca de isolamento e monitoramento da área.



**Figura 4.** Resíduos superficialmente expostos (à esquerda) e presença de animais na área do antigo lixão de Nanuque/MG.

Ainda através das visitas *in loco*, em setembro de 2013, foi verificado que o talude continuava sofrendo processo de afloramento de resíduos e que, abaixo deste, há uma ravina, na qual se encontra poluída por resíduos advindos do antigo

lixão através do carreamento pela ação das chuvas (Figura 5), desaguando no córrego Sete de Setembro.



**Figura 5.** Ravina com resíduos advindos do antigo lixão de Nanuque/MG.

## ANÁLISES DE SOLO

A Tabela 1 apresenta os resultados do parâmetro pH obtido através da análise de solo.

**Tabela 1-** Resultados da Análise de pH do Solo

Parâmetros analisados	Unid.	Resultados da análise do pH do solo				Acidez		Neutro	Alcalinidade	
		Sup. Lixão	Base Talude	Centro Lixão	Ent. Adjacente	Média	Fraca	Fraca	Elevada	
pH em H <sub>2</sub> O	-	7,7	7,7	7,8	6	5,1 - 6,0	6,1 - 6,9	7	7,1 - 7,8	>7,8

Os valores de pH na área de entorno foi de 6,0, sendo considerado um solo com acidez média, verificando alteração nos solos de influência do lixão (centro, área superior e base do talude), na qual apresentaram alcalinidade baixa em torno de 7,7. Oliveira e Jucá (2004)<sup>13</sup> e Sissino e Moreira (1996)<sup>9</sup> verificaram, em seus estudos que as amostras de solo que apresentaram maior pH condiziam com as áreas que tiveram maior contato com o percolado.

A tabela 2 mostra os valores dos parâmetros obtidos nas análises de solo, assim como os valores de referência para interpretação dos resultados.

**Tabela 2-** Resultados das Análises de Solo

Parâmetros analisados	Unid.	Resultados das Análises				* Níveis de Referência		
		Sup. Lixão	Base Talude	Centro Lixão	Ent. Adjacente	Baixo	Médio	Alto
Fósforo Mehlich	mg/dm <sup>3</sup>	111	146	99	10	<5	5 - 10	>10
Potássio (K)	mg/dm <sup>3</sup>	380	164	870	140	<60	60 - 150	>150
Cálcio (Ca)	cmol	7	5,9	5,6	2,4	<1,5	1,5 - 4,0	>4,0
Matéria Orgânica (MO)	dag/kg	4,6	5,1	4,9	4,3	1,6	1,6 - 3,0	>3,0
Zinco (Zn)	mg/dm <sup>3</sup>	123,2	18,3	77,9	6,8	4,1 - 6,9	7,0 - 40,0	>40,0
Manganês (Mn)	mg/dm <sup>3</sup>	160	306	78	38	6 - 11	12 - 130	>130
Sódio (Na)	mg/dm <sup>3</sup>	160	280	330	67	<60	60 - 100	>100
CTC efetiva (t)	cmol	9	7,5	8,8	3,5	<2,6	2,6 - 6,0	>6,0

\*Os níveis de referência são baseados nos Manuais de Recomendação de Adubação dos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo, além de informações desenvolvidas pelos profissionais do laboratório Fullin.

Os teores de matéria orgânica na área foram considerados altos em todos os pontos amostrais, inclusive na área de entorno, pois dispõe de vegetação nativa. A CTC apresentou altos níveis nas áreas de influência do lixão e nível médio na área adjacente.

A matéria orgânica do solo (MO) é proveniente da decomposição de plantas, animais e microrganismos no solo, na qual há formação de substâncias húmicas; quanto maior a MO, maior a CTC do solo e maior a capacidade de retenção de cátions. O decréscimo de MO através da decomposição da mesma, pode diminuir a CTC, liberando contaminantes a ela aderidos. O pH sofre influência da CTC e MO presentes no solo, sendo que um decréscimo destes últimos levaria também à diminuição do pH, o que propiciaria uma maior tendência à liberação de material inorgânico no meio.

Verificou-se que o K, P, Na e Ca apresentaram altos valores, acima dos máximos permitidos, no centro do lixão, na área superior e na base do talude, observando uma diferença notória entre estas e a área de entorno (fora da área de influência), na qual apresentou valores médios para os mesmos parâmetros; isso mostra uma contaminação de solo por retenção de compostos advindos dos resíduos, o que foi influenciado pelos altos valores de pH, MO e CTC do solo,

mas que pode ser afetado futuramente com a decomposição da matéria orgânica, aumentando assim a lixiviação destes.

Samuel-Rosa, Dalmolin e Copetti<sup>(14)</sup> identificaram em seus estudos teores elevados de K, P, Na e Ca em amostras de percolado, sendo K e P de grande importância nutricional para a manutenção das plantas, porém, quando concentrados no solo em quantidades maiores do que as plantas podem absorver e/ou ao bom funcionamento de microrganismos, podem infiltrar e eutrofizar as águas.

Oliveira et al.<sup>(15)</sup> avaliando solos nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos em Humaitá (AM), encontraram valores para Ca e P muito abaixo dos valores encontrados no presente estudo.

Santos e Medeiros<sup>(10)</sup> relatam que o ortofosfato (forma de fósforo mais assimilável por organismos aquáticos e plantas) se encontra presente em papéis higiênicos e fraldas, na qual compõem matéria fecal, e em recipientes de detergentes. O K, Na e Ca têm suas possíveis fontes em material orgânico, entulhos de construção, cascas de ovos; materiais estes que eram constantemente depositados no lixão.

O Mn apresentou concentrações altas na base do talude (306 mg/l) e na área superior do lixão (160 mg/l), sendo médias as concentrações no centro do lixão (78 mg/l). A área adjacente, de entorno, apresentou 38 mg/l de Mn, um valor considerado médio, mostrando que altas concentrações de Mn na área não é uma característica do solo natural.

Diversos autores têm endereçado estudos sobre o alto índice do metal manganês no chorume como: Oliveira e Jucá<sup>(13)</sup>. Celereet al.<sup>(16)</sup> afirmam que baterias, aço, palitos de fósforo e porcelanas em lixões podem ser fontes de manganês. As altas concentrações deste metal no solo da área de influência mostram que provavelmente esses tipos de resíduos se encontram aterrados no local.

Segundo Sissino e Moreira<sup>(9)</sup>, o Mn é uma das substâncias de maior interesse toxicológico para a saúde humana e ambiental, já que podem alterar a qualidade das águas subterrâneas em áreas de disposição de resíduos.

O Zn apresentou valores altos no centro do lixão e na área superior, 77,9 mg/l e 123,2mg/l, respectivamente (mostrando uma alta retenção no solo), e valor médio na base do talude (18,3 mg/l). Essa diminuição do nível de Zn encontrado no talude pode ser explicada por Kamogawaet al.<sup>(17)</sup> que afirmam que o Zn disponível no solo diminui com o aumento do teor de matéria orgânica;sendo que esta área apresentou o maior nível de MO.

Segundo Oliveira e Pasqual<sup>(18)</sup>, o Zn pode ser encontrado em baterias, fertilizantes, lâmpadas, televisores, aros de rodas, pinturas, plásticos, borrachas e em alguns cosméticos e produtos farmacêuticos, sendo ainda empregados na galvanização de produtos de ferro.

Deve-se destacar que estas análises foram realizadas na camada superior do solo (0-30 cm de profundidade) e que, através de análises mais profundas, abaixo da camada de resíduos, se obteriam resultados melhores em relação à contaminação de solo e retenção/movimento dos compostos no mesmo.

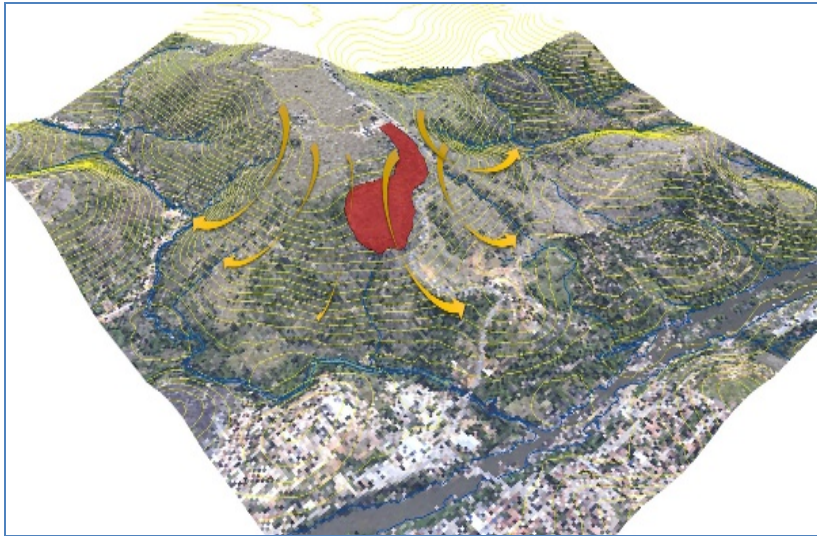
## RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA E CADASTRAMENTO DE NASCENTES

A restituição topográfica mostrou que a área de estudo possui forma convexa e pode ser caracterizada como uma área de recarga (Figura 6), influenciando diretamente o fluxo e a quantidade de água que alimenta as nascentes adjacentes.

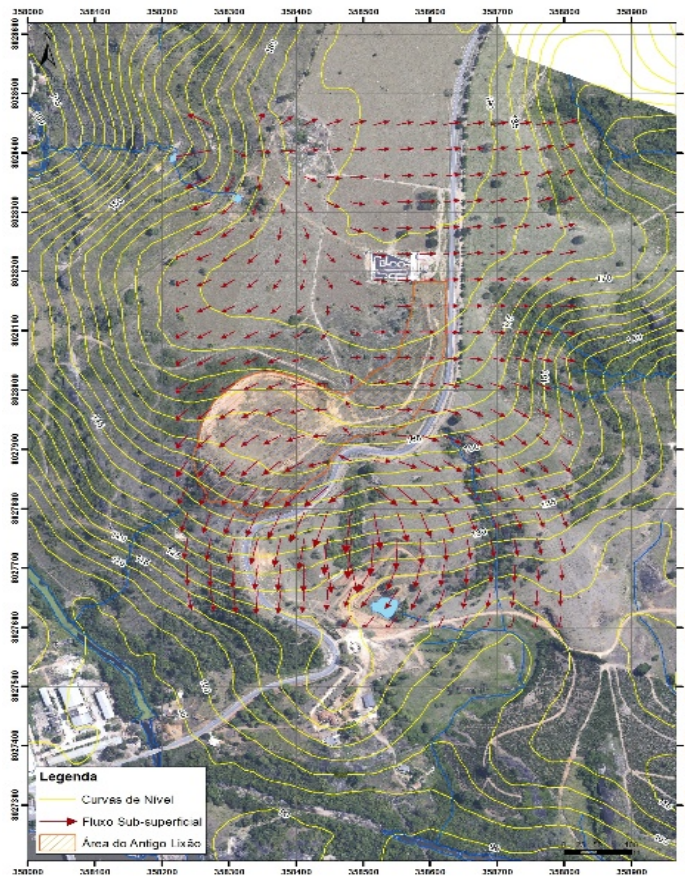
A direção deste fluxo (Figura 7) está direcionada às nascentes próximas. Isso mostra que as águas pluviais possivelmente passam por entre os resíduos aterrados, lixiviando o percolado e podendo apresentar influência direta de contaminação das nascentes.

Também foi possível identificar a altura do nível freático no local, através da diferença entre a cota média das nascentes e da curva de nível, sendo de aproximadamente 15 metros de profundidade.





**Figura 6.** Área de recarga no antigo lixão de Nanuque/MG.



**Figura 7.** Direção de isolinhas de fluxo subterrâneo.

## ANÁLISES DE ÁGUA

Os valores dos parâmetros químicos encontrados nas análises das amostras das nascentes são mostrados na tabela 3.

**Tabela 3.** Resultados da análise química de água

Parâmetros Analisados	Unid.	Identificação das Amostras			VMP Portaria 2914/2011
		Amostra 1 - P. 13	Amostra 2 - P. 29	Amostra 3 - P. 28	
<b>Cobre Total</b>	mg/L	0,200	0,100	0,100	2,000
<b>Manganês Total</b>	mg/L	0,300	0,500	0,800	0,100
<b>Zinco Total</b>	mg/L	0,299	0,399	0,299	5,000

Verificou-se que as concentrações de Cu e Zn estão em conformidade com os parâmetros de potabilidade de água da Portaria nº2914 de 2011. Já o Mn se encontra acima dos valores máximos permitidos (0,100 mg/l), apresentando 0,300 mg/l, 0,500mg/l e 0,800mg/l nas amostras 1, 2 e 3, respectivamente.

Dentre vários autores que constataram altos índices de manganês em águas superficiais próximas de área de influência de lixões e aterros, podemos citar Sissino e Moreira<sup>(9)</sup>, que encontraram contaminação por Mn (2,4mg/l) em água de córrego na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói.

Como foi observado nos resultados da análise química do solo, o Mn apresentou uma concentração alta neste, sendo que Oliveira e Jucá<sup>(10)</sup> e Korf et al.<sup>(19)</sup> detectaram em seus estudos que o Mn atingiu a saturação do solo, ocasionando um fim da retenção deste metal e ocorrendo uma liberação adicional para o efluente percolado, sendo preferencialmente sorvido pelo solo, e indicaram que o alcance da frente de contaminação foi de natureza advectiva-dispersiva; o que possivelmente também está ocorrendo no local do antigo lixão.

Como foi observada nas imagens de fluxo de água na zona freática, a direção deste fluxo vai de encontro com as referidas nascentes, sugerindo que o lixiviado tem influência no valor de manganês obtido, bem como existe a possibilidade de estar contaminando e/ou contaminar estas águas por outros metais e outros compostos orgânicos advindos do chorume. O nível freático, que se encontra a aproximadamente 15 metros de profundidade, caso haja lâmina d'água, também pode estar contaminada, sendo necessária a realização de análises através de sondagens.



## CONCLUSÃO

Verifica-se que após a finalização da atividade no local, a fumaça e presença de catadores cessaram, porém a área ainda se encontra com irregularidades, apresentando degradação ambiental e risco à saúde pública, sendo que há resíduos superficialmente expostos, erosão no talude com afloramentos de resíduos, contaminação por escoamento superficial do córrego Sete de Setembro e ausência de drenos pluviais (o que potencializa a lixiviação de percolados) e de gases.

Os resultados das análises químicas de solo indicam uma alta retenção de todos os parâmetros analisados, evidenciando contaminação neste. Os resultados da análise de água apresentaram valores de manganês acima do máximo permitido pela Portaria 2914/2011 em todas as amostras analisadas e, considerando o fluxo subterrâneo gerado, afere-se que a contaminação é advinda do chorume gerado na decomposição dos resíduos do antigo lixão.

Frisa-se a importância da realização de futuras análises de solo e de águas das nascentes, além de sondagens e análises de águas subterrâneas para a obtenção de resultados mais precisos a respeito da contaminação por chorume nestes.

## REFERÊNCIAS

- (1) ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo. 2013.
- (2) Brasil. Secretaria Agência e Jornal do Senado. Resíduos Sólidos: lixões persistem. Revista em Discussão, Brasília, 5 (22). 2014.
- (3) IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2008.
- (4) ABLP – Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. Revista Limpeza Pública, Barra Funda (SP), n. 96, 2017.

- (5) Beli, E.; Naldoni, C.E.P.; Oliveira, A.C.; Salesi, M.R.; Siqueira, M.S.M.; Medeiros, G.A.; Hussar, G.J.; Reis, F.A.G.V. 2005. Recuperação da área degradada pelo lixão Areia Branca de Espírito Santo do Pinhal – SP. Engenharia Ambiental, 2 (1): 135-148.
- (6) FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente. Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos. Belo Horizonte: FEAM, 2010.
- (7) Possamai, F.P.; Viana, E.; Schulz, H.E.; Costa, M.M.; Casagrande, E. 2007. Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: Análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Ciências Saúde Coletiva, 12 (1): 171-179.
- (8) Bertazzoli, R.; Pelegrini, R. 2002. Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico. Química Nova, 25 (3): 477 – 482.
- (9) Sisino, C. L. S.; Moreira, J.C. 1996. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. Caderno de Saúde Pública, 12 (4): 515-523.
- (10) Santos, G.O.; Medeiros, P.A. 2011. Estudo preliminar da qualidade das águas subterrâneas na área de influência do aterro sanitário de Caucaia. Conexões – Ciência e Tecnologia, 5 (3): 61-70.
- (11) Ometo, J.C. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.
- (12) IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem da População. 2010.
- (13) Oliveira, F.J.S.; Jucá, J.F.T. 2004. Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 9 (3): 211-217.
- (14) Samuel-Rosa, A.; Dalmolin, R.S.D.; Copetti, A.C.C. 2012. Poluição causada por aterros de resíduos sólidos urbanos sobre os recursos hídricos. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, 12 p.
- (15) Oliveira, B.O.S.; Tucci, C.A.F.; Junior, A.F.N.; Santos, A.A. 2016. Avaliação dos solos e das águas nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos de Humaitá, Amazonas. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21 (31): 593-601.
- (16) Celere, M.S.; Oliveira, A.S.; Trevilato, T.M.B.; Segura-Munhoz, S.I. 2007. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São

Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. Caderno Saúde Pública, 23 (4): 939-947.

(17) Kamogawa, M.Y.; Miyazawa, M.; Gimenez, S.M.N.; Oliveira, E.L. 1997. Avaliação da Absorção do Zinco por Feijoeiro e sua Toxidez em Latossolo Roxo Distrófico. Revista Técnica da Sanepar, 8 (8).

(18) Oliveira, S.; Pasqual, A. 2001. Avaliação da qualidade da água subterrânea a jusante do depósito de resíduos sólidos municipais de Botucatu/SP. Energia na Agricultura, 16 (4): 25 – 35.

(19) Korf, E.P.; Melo, E.F.R.Q.; Thomé, A.; Escoteguy, P.A.V. 2008. Retenção de metais em solo da antiga área de disposição de resíduos sólidos urbanos de Passos Fundo – RS. Revista de Ciências Ambientais, 2 (2): 43 - 60.