

27°. Encontro Técnico AESABESP

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DO ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE ARAGUARI - MG

Luciana de Melo Pirete¹, Bruna Fernanda Faria Oliveira²

¹ Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia, Mestranda em Qualidade Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia. lucianapirete@hotmail.com

² Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá, mestrado e doutorado em Engenharia Civil (área de concentração: Saneamento e Ambiente) pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é professora do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Resíduos Sólidos, atuando principalmente nos seguintes temas: resíduos sólidos, gerenciamento de resíduos, mimização, resíduos sólidos domésticos e gestão ambiental.

RESUMO

O manejo inadequado dos resíduos sólidos é uma das preocupações dos municípios brasileiros e fatores como grande quantidade, diversidade na composição e local adequado para a sua disposição final dificultam seu gerenciamento e podem provocar impactos negativos ao ambiente e à saúde pública. Uma das formas de disposição de resíduos é o aterro sanitário, que é construído com critérios de engenharia e munido de um controle sanitário do local, minimizando sua capacidade de poluição. No entanto, minimizar não significa impedir e por isso essas obras podem ainda estar associadas à poluição. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade do aterro sanitário localizado no município de Araguari/MG utilizando o Índice de Qualidade de Resíduos - IQR. Essa metodologia (IQR) foi desenvolvida e atualizada pela Companhia Tecnológica de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB) e avalia questões locacionais, estruturais e operacionais do aterro. A partir da aplicação deste índice verificou-se que o aterro em estudo se enquadra em condições adequadas, necessitando de algumas melhorias para a redução do seu potencial poluidor e da qualidade do seu entorno, tais como menor tempo de exposição de resíduos, recobertura vegetal nas áreas degradadas, melhor manutenção das canaletas de água pluvial.

PALAVRAS-CHAVE: águas superficiais, aterro sanitário, resíduo sólido urbano.

INTRODUÇÃO

O sistema capitalista promoveu a produção dos bens de consumo visando à obtenção de lucros e de capital. Assim, muitos trabalhadores foram atraídos para os centros industriais a fim de vender sua força de trabalho para a garantia da própria sobrevivência, o que contribuiu para a expansão das cidades e para o surgimento das metrópoles e megalópoles no Brasil (BESERRA; ARCOVERDE; AGUIAR, 2013)

Como reflexos desta urbanização, a geração dos resíduos e a falta de seu gerenciamento se elevaram a níveis capazes comprometer a saúde pública e ao meio ambiente pela contaminação das águas, solo e do ar, além de atrair animais peçonhentos e vetores de doenças por meio de odores emanados e pela livre exposição dos compostos orgânicos (LAZZARI; REIS, 2011).

Diante disso, a busca por soluções e por novas alternativas de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos para o controle da poluição e proteção dos recursos naturais tem aumentado nos últimos anos, e a partir de 2010, com sanção da Política Nacional de Resíduos (PNRS), o Brasil passou a ter um marco regulatório nessa área (BRASIL. LEI N° 12.305, 02 DE AGOSTO DE 2010).

Após anos de discussão entre órgãos do governo, instituições privadas, organizações não governamentais e sociedade civil, a PNRS reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos.

Um dos seus pontos importantes é o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos que é conjunto de atribuições dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

Além disso, a PNRS estabeleceu algumas proibições em relação à destinação e disposição de resíduos sólidos ou rejeitos, entre elas o lançamento in natura a céu aberto. Tal proibição fortaleceu a busca pela disposição em aterros sanitários, que é uma alternativa munida de estudos de engenharia que reduzem o volume dos resíduos e os riscos de contaminação a partir da drenagem e tratamento dos gases e líquido percolado.

No entanto, para que o aterro sanitário se caracterize como uma alternativa adequada de disposição final dos rejeitos é necessária que ele seja construído e operado de forma eficiente. Uma metodologia destinada para essa avaliação e como uma ferramenta de controle é o Índice de Qualidade de Resíduos -IQR desenvolvida e atualizada pela Companhia Tecnológica de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) que avalia questões locais, estruturais e operacionais do aterro.

A nova proposta do IQR pela CETESB consiste na necessidade de um estudo histórico do gerenciamento de resíduos no município sobre ocorrência da queima de resíduos a céu aberto, sua adequabilidade aos fatores geotécnicos, vida útil e uso do solo. A proposta foi publicada no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos, 2011, a partir de um instrumento de avaliação ambiental e sanitária dos aterros sanitários instalados no município do estado de São Paulo (CETESB, 2013).

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo obter o índice de qualidade de resíduos do município de Araguari – MG permitindo efetuar um balanço confiável das condições ambientais do local e identificar as fraquezas e oportunidades de melhorias de modo a reduzir seu potencial poluidor.

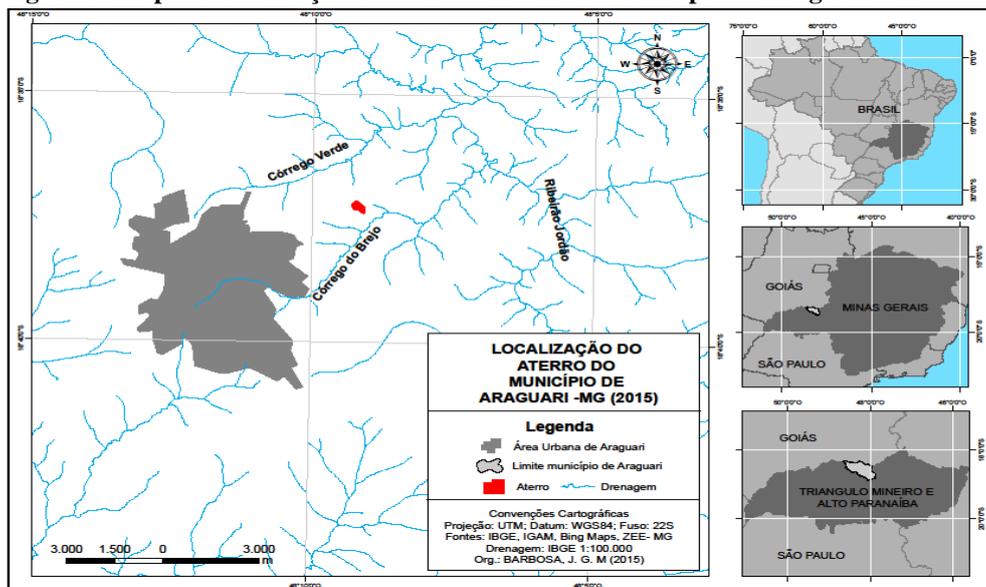
METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O município de Araguari, mostrado na Figura 1, situa-se no estado de Minas Gerais ao norte do Triângulo Mineiro, cujas coordenadas geográficas são 18°38'30" S e 48°11'18" O. A localização do município é estratégica e favorecida pela proximidade dos grandes centros comerciais. Situa-se em um entroncamento ferroviário entre os estados da Bahia, Maranhão, Tocantins e Goiás oferecendo oportunidades de escoamentos e de comercializações entre os portos do Rio de Janeiro, Santos e Angra dos Reis.

A área está inserida na bacia hidrográfica do Rio Paraná que compreende a uma área de 222.767 Km², sendo a segunda maior bacia hidrográfica do país, ela apresenta grande importância de captação superficial e subterrânea para o abastecimento público do município de Araguari.

Figura 1: Mapa de localização do aterro sanitário no município de Araguari - MG



De acordo com o censo de 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e de Estatística, IBGE, a cidade possui uma estimativa de 116.267 habitantes para o ano de 2015, com área territorial de 2.729.508 Km². Quanto à gestão dos resíduos, conforme dados da Prefeitura Municipal de Araguari, são gerados em torno de 52 toneladas/dia, sendo retirados cerca de 2,0 toneladas/dia de resíduos recicláveis (PCA *apud* CETEC, 2008).

O aterro sanitário é única forma de disposição final dos resíduos sólidos urbanos. A área do local equivale a aproximadamente 0,26 Km² e é distante cerca de 7 Km do centro urbano (CETEC, 2003). O aterro é propriedade da Prefeitura Municipal, sendo ela a responsável por todos os monitoramentos e operações no local, exceto quanto às análises do sistema de tratamento do chorume, assim como estudos da qualidade das águas subterrâneas e superficiais que são realizadas por uma empresa terceirizada.

Índice de qualidade de aterro de resíduos – IQR

Na avaliação da qualidade ambiental do aterro sanitário do município de Araguari – MG, foi aplicado um questionário padronizado e atualizado pela Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico – CETESB, (CETESB, 2013) no qual são considerados 34 parâmetros em forma de *checklist*, que definem a qualidade referente às condições locais, estruturais e operacionais do aterro cujas pontuações variam de 0 a 10, enquadrando a área de estudo em critérios de qualidade.

A atribuição de valores ao questionário foi realizada por meio de visitas técnicas rotineiras ao local de estudo no ano de 2014 e por entrevista aos responsáveis pelo aterro sanitário, especialmente, o gestor ambiental e o secretário municipal de meio ambiente.

As observações físicas do local de estudo foram consideradas ao processo dinâmico do meio, assim foram selecionadas épocas distintas para a avaliação final, de acordo com estações chuvosas e secas durante dois anos.

As avaliações foram pontuadas e utilizadas para o cálculo final do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos, IQR, cuja fórmula é visualizada na Equação 1, sendo SUB 1, SUB 2 e SUB 3 a somatória dos parâmetros pontuados, enquanto que o denominador refere-se na adequação do resultado para valor decimal. O resultado obtido permite classificar o aterro sanitário em duas condições conforme a Tabela 1.

$$IQR = (\sum SUB 1 + SUB 2 + SUB 3) / 10 \quad \text{equação (1)}$$

Tabela 1: Classificações do local de estudo através do cálculo do IQR.

Intervalos dos valores do IQR	Classificações do aterro sanitário
0,0 a 7,0	Inadequadas (I)
7,1 a 10,0	Adequadas (A)

Fonte: Inventário Estadual de Resíduos Sólidos 2011 – CETESB (2013, p.4)

Com a avaliação dos parâmetros, permite-se verificar os pontos eficazes e deficientes do funcionamento do local, tanto em termos ambientais, quanto econômicos, uma vez que a metodologia proposta permite realizar um diagnóstico socioambiental da área de disposição de resíduos sólidos domiciliares. Além de contribuir como indicadores de qualidade para a criação de propostas de melhorias na gestão pública e operacional.

RESULTADOS

Estruturas de controle

O sistema de controle e de proteção implantado nos aterros sanitários é fundamental para impedir a entrada de animais e de pessoas catadores no local, promovendo a segurança pública. Neste contexto, recomenda-se o isolamento da zona do aterro por cercas de concreto e um portão de entrada acompanhado por guarita, segundo as Normas Técnicas ABNT 8419 para projeção de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. No aterro sanitário de Araguari, o isolamento físico é feito por cercas de arame, o que pode tornar a segurança pouco eficiente segundo a norma citada (Figura 2).

O isolamento visual, segundo as Normas Técnicas ABNT 8419, deve ser composto por uma cobertura vegetal de baixo a médio porte, a fim de reduzir os odores emanados e de controle ao assoreamento, o aterro sanitário de Araguari não apresenta a cobertura visual como proposta na norma (Figura 3).

Figura 2: Isolamento físico do local.



Figura 3: Isolamento visual do local.



Com o intuito de adequação do controle de cargas e da proteção da área, a segurança é realizada por uma portaria com guarita, cuja entrada é feita mediante identificação para a vigilância que se encontra no mesmo local do controle do sistema de cargas, uma vez que é feito por uma balança que recebe os caminhões basculantes de resíduos domésticos e de construção civil que são pesados diariamente e monitorados por um responsável. Assim a guarita e a balança se encontram no mesmo local e atribuído por um único responsável (Figura 4).

Figura 4: Guarita e balança do aterro sanitário.



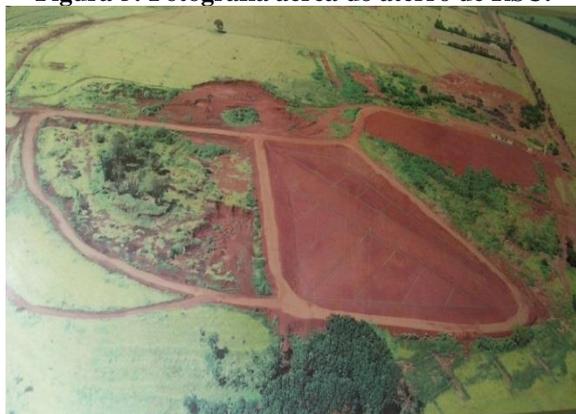
O sistema de gerenciamento dos resíduos de construção civil (RCC) é destinado ao aterro específico, localizado a 300 metros do aterro sanitário de resíduos domésticos. Após sua triagem no aterro de resíduos de construção civil, parte dos mesmos é reaproveitada na construção de pequenas obras do aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos. Enquanto que, o restante não reaproveitável é destinado ao aterro próprio, cuja propriedade responsabilidade privada.

Sistema de disposição dos RSU

Os resíduos que chegam ao aterro sanitário são dispostos em células, espalhados e compactados por meio do trator de esteira no sopé dos taludes. Nestas células, as alturas elevadas promovem melhor fluxo de líquidos e gases no interior viabilizando o processo de percolação dos fluidos segundo as orientações básicas de construção para aterros sanitários emitidas pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2006).

O aterro de resíduos domésticos apresenta três células de disposição (Figura5), nas quais, a primeira apresenta vida útil em vencimento.

Figura 5: Fotografia aérea do aterro de RSU.



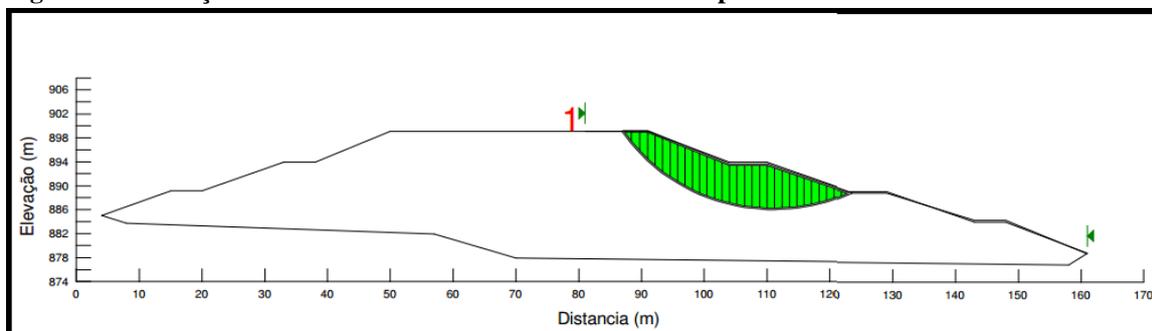
De acordo com o Plano de Controle Ambiental do empreendimento, este sistema foi dimensionado por meio do cálculo proposto pela CETESB 1994, que considera a população do município, a contribuição per capita de 0,70 kg/hab x dia e o volume diário do resíduo compactado de 100 m³ (PCA apud CETEC, 2003).

Sistema geotécnico

O monitoramento geotécnico é feito por ensaios de topografia, seguido de um controle e do melhor aproveitamento da capacidade topográfica do terreno onde se dispõe os resíduos, segundo o Plano de Controle Ambiental do aterro de estudo (PCA apud CETEC,2003).

Os taludes, figura 6, foram dimensionados empregando um coeficiente de segurança em média de 2,05, considerados em alta estabilidade, segundo a Norma Brasileira NBR 11682 elaborada pelo Comitê Brasileiro de Construção Civil.

Figura 6: Inclinação e estabilidade dos taludes dimensionados para a célula I.



Sistema de impermeabilização

O solo é coberto por sedimentos arenosos, argilosos e basálticos. A permeabilidade é testada por ensaios à carga variável resultando a um coeficiente de 10^{-6} cm/s, o que significa impermeabilidade significativa, segundo os dados do plano de controle ambiental oferecidos pela prefeitura municipal (CETEC, 2003) e das normas técnicas da construção de aterros sanitários (ABNT 8419, 1992).

Sistema de drenagem superficial

As águas pluviais são drenadas por canaletas superficiais, Figura 7, direcionadas ao Córrego Brejo Alegre, situado a 150 metros do aterro sanitário, que recebe também chorume depois do seu tratamento.

Figura 7: Canaletas externas de drenagem de água pluvial.



Sistema de captação e tratamento do chorume

O chorume formado é drenado por canaletas internas, Figura 8, que direcionam o lixiviado a uma estação de tratamento próxima do aterro, seu tratamento consiste em lagoas anaeróbias seguidas de lagoas facultativas, conforme a Figura 9. As análises físico químicas e biológicas do percolado é feito por uma empresa terceirizada responsável também pela coleta, avaliação dos resultados e por emissões de relatórios trimestrais.

Figura 8: Canaletas internas de drenagem de chorume.



Figura 9: Lagoa facultativa de tratamento de chorume.



Sistema de captação dos gases

Os gases são lançados a céu aberto por meio de drenos e não são tratados ou filtrados, conforme a Figura 10, segundo o Engenheiro Civil Bruno Santos Gonçalves.

Figura 10: Saída dos gases gerados.



Regularização da área

O aterro se situa a 7 Km do centro urbano e próximo ao Cemitério Municipal Park, existem pequenas moradias a menos de 100 m da área de disposição, além de uma produção de cultura familiar, cuja irrigação é feita por um corpo hídrico situado a menos de 70 m do aterro sanitário.

Durante a visita, foi observada a presença de urubus no local, em função aos odores emanados e alta exposição dos resíduos, Figura 11 e 12.

Figura 11: Presença de urubus no aterro.



Figura 12: Exposição por longo tempo de resíduos.



Cálculo do IQR

As pontuações do check-list para o cálculo do IQR são mostradas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Avaliações operacionais do aterro sanitário.

ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
ESTRUTURA DE APOIO	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	SIM / SUFICIENTE	2	2
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIM / SUFICIENTE	2	2
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
	3. ISOLAMENTO VISUAL	SIM / SUFICIENTE	2	0
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
	4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	3	3
		INADEQUADO	0	
FRENTE DE TRABALHO	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADAS	5	5
		INADEQUADAS	0	
	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	ADEQUADA	5	5
		INADEQUADA	0	
	7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5	0
		INADEQUADO	0	
TALUDE E BERMAS	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	ADEQUADAS	4	4
		INADEQUADAS	0	
	9. COBERTURA DE TERRA	ADEQUADA	4	4
		INADEQUADA	0	
	10. PROTEÇÃO VEGETAL	ADEQUADA	3	0
		INADEQUADA	0	

	11. AFLORAMENTO DE CHORUME	NÃO / RAROS	4	4
		SIM / NUMEROSOS	0	
SUPERFÍCIE SUPERIOR	12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	ADEQUADO	5	5
		INADEQUADO	0	
	13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	SIM	5	5
		NÃO	0	
ESTRURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM / ADEQUADA (N. PREENCHER ITEM 15)	10	10
		NÃO / INADEQUADA (PREENCHER ITEM 15)	0	
	15. PROF. LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE DO SOLO (k)	P > 3 m, k < 10 ⁻⁶	4	4
		1 <= P <= 3 m, k < 10 ⁻⁶	2	
		CONDIÇÃO INADEQUADA	0	
	16. DRENAGEM DO CHORUME	SIM / SUFICIENTE	4	4
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
	17. TRATAMENTO DE CHORUME	SIM / ADEQUADO	4	4
		NÃO / INADEQUADO	0	
18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE / DESNECES.	3	0	
	NÃO / INSUFICIENTE	0		
19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE / DESNECES.	4	4	

	20. DRENAGEM DE GASES	NÃO / INSUFICIENTE	0	4	
		SUFICIENTE / DESNECES.	4		
		NÃO / INSUFICIENTE	0		
	21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	$P > 3 \text{ m}, k < 10^{-6}$	4	4	
		$1 \leq P \leq 3 \text{ m}, k < 10^{-6}$	1		
		CONDIÇÃO INADEQUADA	0		
	22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	$P > 3 \text{ m}, k < 10^{-6}$	4	4	
		$1 \leq P \leq 3 \text{ m}, k < 10^{-6}$	1		
		CONDIÇÃO INADEQUADA	0		
	SUBTOTAL 1: (Pontuação máxima = 90)				77

Tabela 3: Avaliações estruturais do aterro sanitário.

ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS	
OUTRAS INFORMAÇÕES	23. PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	2	2	
		SIM	0		
	24. QUEIMA DE RESÍDUO	NÃO	2	2	
		SIM	0		
	25. OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	2	0	
		SIM	0		
	26. PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	2	0	
		SIM	0		
	27. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	2	2	
		SIM	0		
	SUBTOTAL 2.1: (Pontuação máxima = 10)				6

	28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	SIM (PREENCHER ITEM 29)		
		NÃO (IR PARA ITEM 30)		
	29 ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS	SUFICIENTE / ADEQUADO	10	10
		INSUFICIENTE / INADEQ.	0	
SUBTOTAL 2.2: (Pontuação máxima = 20)			16	
ÁREA	30. PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	>= 500 m	2	2
		< 500 m	0	
	31. PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	>= 200 m	2	2
		< 200 m	0	
	SUBTOTAL 3: (Pontuação máxima = 4)			4

De acordo com os valores obtidos pela somatória de todos os parâmetros, determina-se o valor do IQR a partir da fórmula oferecida pela CETESB visualizada na Equação 1.

$$\text{IQR} = \frac{(\text{subtotais } 1+2+3)}{10} \quad \text{equação (1)}$$

$$\text{IQR} = \frac{77 + 16 + 4}{10}$$

$$\text{IQR} = 9,7$$

Comparando com a metodologia descrita, o valor enquadrado reflete às condições adequadas, embora haja a necessidade de melhorias nas questões operacionais garantindo maior qualidade ambiental e geotécnica da área de disposição dos resíduos sólidos.

RECOMENDAÇÕES

Os resultados dos estudos mostram que o aterro se enquadra em condições adequadas, além da importância do IQR para análise da qualidade ambiental e geotécnica do aterro sanitário, uma vez que, este método foi bastante útil e vantajoso.

O aterro sanitário quando monitorado e avaliado, periodicamente, reduz os riscos de contaminação ao ambiente. Para aumentar sua eficiência, deve-se realizar algumas melhorias, tais como recuperação das áreas degradadas de entorno com recobertura de vegetação nativa de pequeno a médio porte, instalações de drenos seguidos de tratamento dos gases gerados no aterro sanitário e manutenção das canaletas de água pluvial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE - **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL, 2013**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.php>.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419: 1992** : Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 7 p.
3. BESERRA, I. K. N.; ARCOVERDE A. C. B.; AGUIAR L. F. Resíduos sólidos no espaço urbano antes e depois da Lei 12.305/2010 – um problema público para a gestão pública?. In: XV ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, **Anais1044**. Recife, 2013. p.3.
4. BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Poder legislativo, Brasília, DF, 2010.
5. CETEC – MG - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS –. **Plano de Controle Ambiental – PCA – Aterro Sanitário de Araguari**. Belo Horizonte, MG. 2003.
6. CETESB - COMPANHIA TECNOLÓGICA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares 2011**. São Paulo. 2013.
7. Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012**. São Paulo. 2014.
8. COPAM/CERH-MG nº 01; **Deliberação Normativa Conjunta de 05 de maio de 2008**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>.
9. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades, 2010**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=310350&search=minas-gerais|araguari|infograficos:-historico>>. Acesso em: 10 nov2014.

10. LAZZARI, M. A.;REIS, C.B. Os coletores de lixo urbano de Dourados (MS) e sua percepção sobre os riscos biológicos em seu processo de trabalho. **CIENCIA E SAÚDE COLETIVA**.Dourados, v. 16.8, ago. 2011.