

III-215 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DO ATERRO SANITÁRIO DE ITABIRA – MINAS GERAIS

Alice Mara Costa Silva ⁽¹⁾

Graduanda do 9º período de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá – *Campus Itabira*.

Roberto César de Almeida Monte-Mor ⁽²⁾

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (2000), mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (2004) e doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (2012). Atualmente é professor da Universidade Federal de Itajubá - *Campus Itabira*.

Uende Aparecida Gomes ⁽³⁾

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (2006), mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (2009) e doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (2012). Atualmente é professora da Universidade Federal de Itajubá - *Campus Itabira*

Endereço ⁽¹⁾: Rua Manganês, 169 – Major Lage de Baixo – Itabira – MG – CEP 35900 223 – Itabira – Brasil – Tel.: 31 3831 7220 – e-mail: alice_mara1603@hotmail.com

RESUMO

Um dos maiores problemas enfrentados atualmente pelas gestões públicas brasileiras, é a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. Tendo em vista tal objeção, o presente estudo teve por objetivo avaliar a adequabilidade do aterro sanitário do município de Itabira/MG, para tanto, utilizou-se a aplicação do Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), de concepção metodológica proposta pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Esse índice permite avaliar as condições gerais do sistema de disposição final de resíduos sólidos fornecendo como produto final uma nota de zero a dez, classificando os sistemas avaliados em condições adequadas, controladas e inadequadas. O valor do IQR obtido foi de 5,69, valor este que enquadra o aterro sanitário de Itabira em condições inadequadas. A partir desse resultado, identificaram-se os possíveis impactos ambientais causados pela inadequação do aterro, e foram propostas medidas mitigadoras.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro Sanitário, Disposição Final, Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos é uma ação impreterível no dia-a-dia do homem, seja para suprir suas necessidades básicas ou para movimentar a economia e o comércio. Conforme o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2012), estima-se que no Brasil cada indivíduo produz cerca de 1,1 kg de resíduos por dia.

Atualmente, um dos maiores problemas enfrentados acerca dos resíduos sólidos, é a sua disposição final. Essa quando feita de forma inadequada, pode acarretar impactos ambientais significativos sobre os solos e as águas subterrâneas. Mediante a esses impactos, a disposição final dos resíduos sólidos se transformou em um dos maiores desafios da gestão pública no país. De acordo com IPEA (2012), existem 2.906 lixões no Brasil, distribuídos em 2.810 municípios.

Com o objetivo de cessar os problemas relacionados com a disposição inadequada dos resíduos sólidos e incentivar os municípios a tomarem as medidas corretas para gerencia-los, instituiu-se, por meio da Lei 12.305/2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2010).

No estado de Minas Gerais, precedentemente a PNRS, o Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM editou a Deliberação Normativa 52/2001 convocando os municípios mineiros com população urbana superior a 50.000 habitantes, ao licenciamento ambiental de sistemas adequados de tratamento e disposição final de

resíduos sólidos objetivando a eliminação dos lixões. Em 2003, dando sequência as políticas públicas de incentivo a erradicação dos lixões criou-se o programa “Minas sem lixões”.

Após 10 anos de estabelecimento do programa, o governo de Minas Gerais observou que muitos municípios não conseguiram atender os prazos estabelecidos pelos órgãos ambientais, e após negociação inócuas, esse foi obrigado a acionar o Ministério Público para enquadrar os municípios que não resolveram o impasse dos resíduos sólidos (OLIVEIRA, 2012). Para escapar do processo aberto pelo Ministério Público, muitas prefeituras aceleraram a implantação dos aterros sanitários, caso esse observado para o município de Itabira.

De acordo com Boscov (2008), aterro de resíduos compreende um sistema devidamente preparado para a deposição dos resíduos sólidos, englobando, sempre que necessário, determinados componentes e práticas operacionais, tais como: divisão em células, compactação de resíduos, cobertura, sistema de impermeabilização, sistemas de drenagem e tratamento para líquidos e gases, monitoramento geotécnico e ambiental, entre outros.

Conforme as descrições citadas anteriormente, verifica-se que um aterro sanitário é uma obra complexa. A sua qualidade vai depender de todos os itens e critérios envolvidos em sua implantação e operação diária. Desse modo, tornou-se necessário realizar uma avaliação ambiental no aterro sanitário do município de Itabira- MG. Para tanto, utilizou-se o IQR - Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos, metodologia proposta pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB.

O IQR é um índice fundamentado, que leva em consideração a situação encontrada em inspeção técnica. Este índice permite efetuar um balanço confiável das condições ambientais, diminuindo eventuais distorções devidas à subjetividade na análise dos dados, além de possibilitar a comparação entre instalações existentes. Basicamente o índice enquadra as condições de destinação final em inadequadas, controladas ou adequadas. Essas condições variam de zero a dez e consideram quarenta e uma variáveis que compreendem características relacionadas à localização do empreendimento, a infraestrutura da região e as condições de operação. O acompanhamento do IQR permite comparar a evolução dos locais de disposição final dos resíduos, além de possibilitar o aperfeiçoamento dos mecanismos de gestão ambiental.

O presente estudo teve por objetivo avaliar a adequabilidade do aterro sanitário de Itabira sobre o ponto de vista ambiental, bem como identificar os possíveis impactos ambientais e propor respectivas medidas mitigadoras.

ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS

O IQR é um índice fundamentado, que leva em consideração a situação encontrada em inspeção técnica. Este índice permite efetuar um balanço confiável das condições ambientais, diminuindo eventuais distorções devidas à subjetividade na análise dos dados, além de possibilitar a comparação entre instalações existentes. O acompanhamento do IQR permite comparar a evolução dos locais de disposição final dos resíduos, além de possibilitar o aperfeiçoamento dos mecanismos de gestão ambiental. (CETESB, 2011).

Para Deus *et al.* (2000), a adoção de indicadores, sub-índices e índices podem servir como referencial para o planejamento e melhoria operacional dos serviços de limpeza urbana nos municípios, pois demonstram a influência dos sistemas na área da saúde pública, no desenvolvimento econômico, social e ambiental regional; mostram, por meio de diagnósticos, as necessidades de desenvolvimento científico e tecnológico do setor; e facilitam as definições dos objetivos e das metas para futuros empreendimentos, levando em consideração no seu projeto, as preocupações de proteção ambiental.

Segundo CETESB (2014), a Companhia, desde 1997, tem organizado e disponibilizado anualmente as informações sobre as condições ambientais e sanitárias dos locais de destinação final de resíduos domiciliares nos municípios paulistas, para a elaboração do Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares e o aprimoramento dos mecanismos de gestão ambiental.

Ainda conforme CETESB (2014), a evolução e o acompanhamento do IQR permite aferir o resultado das ações de controle de poluição ambiental desenvolvidas no Estado e a eficácia dos programas alinhados com as políticas públicas estabelecidas para o setor, além de possibilitar o aperfeiçoamento dos mecanismos de gestão ambiental. No decorrer dos últimos 17 anos, foram alcançadas melhorias substanciais nas condições ambientais

dos locais de destinação final de resíduos urbanos do Estado. A Figura 1 permite comparar a evolução das condições dos sistemas de disposição final em São Paulo.

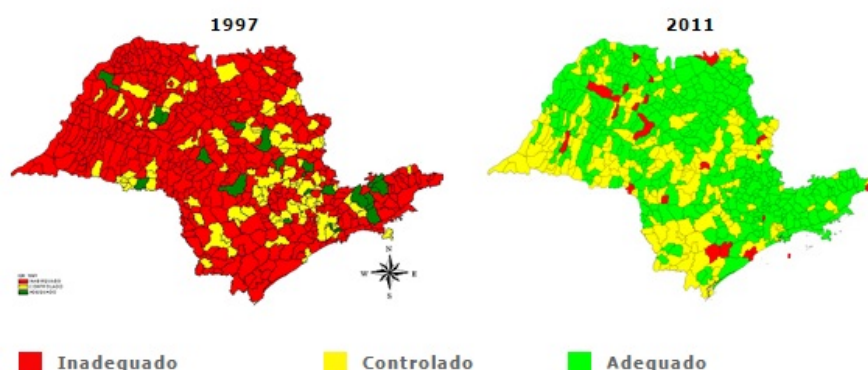


Figura 1: Evolução das condições dos locais de disposição final de resíduos no Estado de São Paulo entre 1997 e 2011

Fonte: CETESB, 2014.

Santos e Leitão (2012), aplicaram o IQR para avaliar o sistema de disposição final de resíduos sólidos de Anápolis-Go. Em 1999, houve uma interferência do Ministério Público Estadual que determinou procedimento para melhoria no funcionamento das atividades do sistema. Como resultado final, os autores obtiveram um índice de 8, classificação que definiu a situação do aterro sanitário como em condições controladas.

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2012) no aterro controlado de Peabiru-PR o valor do IQR obtido foi de 3,46. Este resultado classificou o local de disposição final como em condições inadequadas, revelando que a área não atendia de forma satisfatória muitos itens dentro das características locais, infraestrutura e condições operacionais. O autor concluiu que o IQR agrega importantes fatores de gestão, estudo e desenvolvimento que podem trazer subsídios para implementação de políticas públicas específicas, que contribuem na superação dos pontos frágeis da gestão e intensifique os seus pontos positivos.

Em Minas Gerais, Filho e Sobreira (2007) efetuaram um estudo com o objetivo de avaliar o desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiados pelo ICMS ecológico do Estado. Para tais avaliações, os autores aplicaram os instrumentos metodológicos propostos pela CETESB, o IQR e o Índice de Qualidade de Unidades de Compostagem – IQC. Analisou-se um aterro sanitário de grande porte, da cidade de Betim, dois aterros de médio porte, de Três Corações e Paracatu, e dois de pequeno porte, de Extrema e Carmo do Rio Claro. Ressalta-se que a cidade de Carmo do Rio Claro perdeu, após insistentes orientações do órgão ambiental, os incentivos do ICMS Ecológico. Os resultados relacionados ao IQR encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Valores atribuídos a cada item de análise do IQR e classificação final para aterros sanitários com incentivos do ICMS Ecológico de Minas Gerais

Município	Características ambientais da área	Infraestrutura do aterro	Condições operacionais do aterro	Valor do IQR	Classificação
Betim	35	43	40	8,9	Adequado
Três Corações	33	38	35	8,1	Adequado
Paracatu	40	31	21	7,1	Controlado
Extrema	32	33	22	6,7	Controlado
Carmo do Rio Claro	27	23	19	5,3	Inadequado

Fonte: Filho e Sobreira (2007)

Filho e Sobreira (2007) constataram que dois aterros sanitários apresentavam condições adequadas de instalação e operação, enquanto outros dois foram classificados como em condições controladas. O único aterro classificado como em condições inadequadas, foi o de Carmo do Rio Claro. Os autores observaram que o apoio recebido pela ICMS ecológico é positivo, tendo em vista que as unidades que obtiveram melhores resultados são aquelas que mantêm tal apoio. Apesar disso, constatou-se que essas ações ainda não são completamente eficazes para solução definitiva das questões que envolvem os resíduos, tendo em vista que até mesmo os sistemas que possuem o referido incentivo, apresentam problemas operacionais e técnicos, resultando em impactos ambientais importantes e riscos à saúde pública.

Verifica-se que o IQR vem sendo utilizado como instrumento de avaliação e comparação dos locais de disposição final dos resíduos sólidos, servindo de subsídio para que esses possam ser readequados. Com a necessidade de se avaliar a adequabilidade do aterro sanitário do município de Itabira, o presente estudo aplicou tal instrumento para avaliação desse.

APRESENTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

O aterro sanitário de Itabira localiza-se a 11,5 km do centro urbano, região conhecida como Borrachudo. O empreendimento é caracterizado por um aterro sanitário convencional projetado para receber resíduos das classes II A e II B. O terreno possui superfície de 40,40ha, sendo desses, 2,5ha ocupados pelo maciço de resíduos. De acordo com o Plano Diretor do município, a área do aterro está inserida em zona rural, enquadrada como área industrial consolidada (mineração). A Figura 2 representa a imagem aérea do aterro sanitário de Itabira.



Figura 2: Vista aérea do aterro sanitário

Fonte: Google Earth, 2014.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o município de Itabira está localizado a 110 quilômetros da Capital Belo Horizonte, possui população de 110.000 habitantes segundo o Censo Demográfico (IBGE, 2010).

O projeto executivo do aterro sanitário de Itabira foi realizado, em 2012, pela empresa Essencis Soluções Ambientais. Tal projeto teve como entidade financiadora a empresa VALE e como empreendedor a Prefeitura Municipal de Itabira.

O empreendimento situa-se na zona de amortecimento do Parque Municipal da Mata do Intelecto e Parque Municipal de Água Santa, considerados de proteção integral. O sistema de drenagem do empreendimento é direcionando para o córrego Julião, afluente do córrego Duas Barras, que pertence a sub-bacia do ribeirão

Jirau, tributário do rio do Tanque, e montante do empreendimento captação de sistema público de abastecimento ou tratamento e lançamento de esgotos.

O aterro sanitário recebe diariamente 100 toneladas de resíduos das classes IIA e IIB. Esses compreendem resíduos sólidos domiciliares originados da coleta convencional, rejeitos da central de triagem, resíduos públicos (varrição e capina) e da coleta de apoio (restos de podas e entulho em pequenas quantidades). A operação ocorre das 08 h as 17 h, de segunda feira a sábado.

MATERIAIS E MÉTODOS

1ª Etapa: realizou-se uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos e monografias para levantamento do referencial teórico sobre resíduos sólidos, disposição final, legislação, gerenciamento e IQR.

2ª Etapa: foram realizadas visitas à Prefeitura de Itabira para obter informações sobre o aterro sanitário.

3ª Etapa: realizaram-se visitas de campo para reconhecimento do local de estudo e preenchimento do questionário para o cálculo do IQR, metodologia adotada pela CETESB que consiste na aplicação do questionário padronizado desenvolvido “Check list”, levando em consideração 41 itens especificados nas Tabelas 3, 4 e 5, que abrangem aspectos relacionados às características do local, infraestrutura implantada e condições operacionais. Cada item possui um peso diferente. As pontuações apresentam como base matemática, a soma do subtotal de cada item, o total, dividido por 13, determina o valor do IQR, conforme classificação da Tabela 2.

Tabela 2: Enquadramento das instalações e dos sistemas de disposição final de resíduos sólidos domiciliares em função dos valores do IQR

IQR	Enquadramento
0 a 6	Condições inadequadas
6,1 a 8,0	Condições controladas
8,1 a 10	Condições adequadas

4ª Etapa: com os resultados obtidos no IQR foram levantados os impactos ambientais que ocorrem no aterro.

5ª Etapa: analisou-se os resultados e foram feitas recomendações para melhorias operacionais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No dia 03/06/2014 foi realizada uma visita ao aterro sanitário de Itabira para a coleta das informações necessárias para o cálculo do IQR. Anteriormente a coleta, foi realizada uma visita técnica de reconhecimento preliminar juntamente com a engenheira da prefeitura de Itabira responsável pelo aterro sanitário, que forneceu informações relevantes para realização desse estudo.

O preenchimento do questionário padronizado foi realizado de acordo observações de campo. Apresentam-se nas Tabelas 3, 4 e 5, os respectivos itens pontuados, referentes às características do local, infraestrutura implantada e condições operacionais.

No preenchimento da Tabela 3 considerou-se a capacidade de suporte do solo inadequada devido às rachaduras que foram observadas na célula do aterro, e ao assoreamento da lagoa de percolado.

No item proximidade de núcleos habitacionais, constatou-se por meio dos dados do Instituto Estadual de Florestas (IEF, 2012), que existem 14 habitações de médio e baixo padrão ao entorno do aterro, sendo que a mais próxima está a 250m de distância a partir do limite da área do empreendimento, portanto, nesse item tomou-se como próxima a distância entre núcleos habitacionais.

Com relação à proximidade de corpos d'água, conforme Essencis (2012), responsável pelo projeto do aterro, a montante do empreendimento existe uma nascente que forma um pequeno corpo d'água. Como uma medida de proteção, essa foi canalizada até o manancial.

Quanto a profundidade do lençol freático, constatou-se na análise dos estudos ambientais, a existência de um aquífero de porosidade primária em solo de alteração com nível de água variando entre 1 a 15,27m (ESSENCIS, 2012). No preenchimento do questionário considerou-se que entre os 10 poços instalados, 8 possuem profundidade acima de 3m.

Tabela 3 - Pontuação referente às características do local

SUB-ÍTEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
Capacidade de suporte do solo	Adequada	5	0
	Inadequada	0	
Proximidade de núcleos habitacionais	Longe > 500 m	5	0
	Próximo	0	
Proximidade de corpos de água	Longe > 200 m	3	0
	Próximo	0	
Profundidade do lençol freático	Maior 3 m	4	4
	De 1 a 3 m	2	
	De 0 a 1 m	0	
Permeabilidade do solo	Baixa	5	5
	Média	2	
	Alta	0	
Disponibilidade de material para recobrimento	Suficiente	4	2
	Insuficiente	2	
	Nenhuma	0	
Qualidade do material para recobrimento	Boa	2	0
	Ruim	0	
Condições de sistema viário, trânsito e acesso	Boas	3	2
	Regulares	2	
	Ruins	0	
Isolamento visual da vizinhança	Bom	4	4
	Ruim	0	
Legalidade de localização	Local permitido	5	5
	Local proibido	0	
SUBTOTAL MÁXIMO		40	22

Os ensaios executados em campo informam que a permeabilidade do solo da área possui coeficientes entre $1,10 \times 10^{-7}$ cm/s e $5,72 \times 10^{-6}$ cm/s, predominando valores inferiores a 10^{-6} cm/s (ESSENCIS, 2012). De acordo com a NBR 13896 (ABNT, 1997), considera-se desejável, coeficientes de permeabilidade inferiores a 10^{-6} cm/s. Desse modo, verificou-se que os valores de permeabilidade do solo da área atendem ao valor exigido pela norma, diminuindo-se assim, os riscos de contaminação das águas subterrâneas.

Quanto à disponibilidade de material para recobrimento percebe-se que a mesma é insuficiente. A qualidade do solo utilizado é considerada inadequada devido ao seu alto teor de silte, o que provavelmente tenha levado a ocorrência das rachaduras observadas nas células.

Consideraram-se as condições do sistema viário como regulares, e o isolamento visual da vizinhança bom. O aterro sanitário foi construído contíguo ao antigo vazadouro e possui licença de operação concedida no dia 20/09/2012 com validade de 6 anos.

Com relação os itens referentes à infraestrutura implantada, apresentados na Tabela 4, constatou-se que a área do aterro apresenta-se cercada e possui uma portaria/guarita, entretanto, verificou-se que essas estruturas se encontram em condições inadequadas considerando o grau de periculosidade do tipo de material depositado e o risco de contaminação existente.

A impermeabilização de base do aterro é composta por geocomposto bentonítico geossintético. Sobre o geocomposto foi implantada uma camada de solo para evitar sua hidratação e por ultimo a colocação da geomembrana PEAD (ESSENCIS, 2012).

Tabela 4: Pontuação referente à infraestrutura implantada

SUB-ÍTEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
Cercamento da área	Sim	2	2
	Não	0	
Portaria/Guarita	Sim	2	2
	Não	0	
Impermeabilização da base do aterro	Sim/Desneces.	5	5
	Não		
Drenagem de chorume	Suficiente	5	5
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Drenagem de águas pluviais definitiva	Suficiente	4	2
	Insuficiente	2	
	Inexistente	0	
Drenagem de águas pluviais provisória	Suficiente	2	1
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Trator de esteira ou compatível	Permanente	5	5
	Periodicamente	2	
	Inexistente	0	
Outros equipamentos	Sim	1	0
	Não	0	
Sistemas de tratamento de chorume	Suficiente	5	0
	Insuf./ Inexist.	0	
Acesso à frente de trabalho	Bom	3	0
	Ruim	0	
Vigilantes	Sim	1	1
	Não	0	
Sistema de drenagem de gases	Suficiente	3	3
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Controle recebimento de cargas	Sim	2	0
	Não	0	
Monitorização de águas subterrâneas	Suficiente	3	3
	Insuficiente	2	
	Inexistente	0	
Atendimento a estipulações de projeto	Sim	2	1
	Parcialmente	1	
	Não	0	
SUBTOTAL MÁXIMO		45	30

Com relação aos sistemas de drenagem, a captação de chorume é realizada utilizando uma rede de drenagem do tipo espinha de peixe. O efluente coletado é conduzido para lagoa de armazenamento de percolado, sendo posteriormente bombeado para caminhões e transportado para a estação de tratamento de esgoto de Itabira com a finalidade de ser tratado.

Constatou-se na visita de campo que o sistema de drenagem de águas pluviais apresenta-se inadequado. Observou-se no sistema de drenagem de gases, que os gases gerados são captados de forma passiva na massa de resíduos por meio de drenos verticais e horizontais que são interligados ao sistema de coleta de percolado.

O aterro sanitário possui 2 tratores operando permanentemente. Na análise realizada constatou-se que o acesso à frente de trabalho, área onde se desenvolve as operações de apoio e execução, pode-se ser considerado ruim e percebeu-se que não é realizado nenhum controle de recebimento de cargas, pois a balança de pesagem encontrava-se em manutenção.

O projeto executivo do aterro previa sua operação conjunta a de uma usina de compostagem, entretanto, essa parte do projeto não foi realizada. A inexistência da usina, juntamente com a fiscalização inadequada da entrada de resíduos no aterro, fez com que a célula desse saturasse precocemente. Esse fato fez com que a vida útil do aterro sanitário, projetada para 23 anos, fosse recalculada para 15 anos.

Tabela 5: Pontuação referente às condições operacionais

SUB-ÍTEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
Aspecto geral	Bom	4	0
	Ruim	0	
Ocorrência de lixo descoberto	Não	4	0
	Sim	0	
Recobrimento do lixo	Adequado	4	1
	Inadequado	1	
	Inexistente	0	
Presença de urubus ou gaivotas	Não	1	0
	Sim	0	
Presença de moscas em grande quantidade	Não	2	0
	Sim	0	
Presença de catadores	Não	3	3
	Sim	0	
Criação de animais (porcos, bois)	Não	3	3
	Sim	0	
Descarga de resíduos de serviços de saúde	Não	3	3
	Sim	0	
Descarga de resíduos industriais	Não/ Adequa.	4	4
	Sim/ Inadequa.	0	
Funcionamento da drenagem pluvial definitiva	Bom	2	1
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Funcionamento da drenagem pluvial provisória	Bom	2	1
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Funcionamento da drenagem de chorume	Bom	3	3
	Regular	2	
	Inexistente	0	
Funcionamento do sistema de tratamento de chorume	Bom	5	0
	Regular	2	
	Inexistente	0	
Funcionamento do sistema de monitorização das águas subterrâneas	Bom	2	1
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Eficiência da equipe de vigilância	Boa	1	1
	Ruim	0	
Manutenção dos acessos internos	Boas	2	1
	Regulares	1	
	Ruins	0	
SUBTOTAL MÁXIMO		45	22

Analisando as condições operacionais, Tabela 5, pôde-se considerar o aterro sanitário como ruim. Nessa análise observou-se a ocorrência de lixo descoberto, e a presença de urubus e moscas na região do aterro, o que nos leva a concluir que a execução do recobrimento do lixo é inadequada.

Contatou-se que não há presença de catadores nem criação de animais na região. Foi informado que o aterro sanitário não recebe resíduos de serviços de saúde e nem de industriais, sendo esses, encaminhados a empresas terceirizadas por seus geradores.

Quanto ao sistema de drenagem de águas pluviais pode-se considera-lo como regular, já que o funcionamento da drenagem de chorume foi avaliado como bom. O aterro não possui sistema de tratamento de chorume, esse é transportado para estação de tratamento de esgoto do município.

Na avaliação do funcionamento do sistema de monitoramento de água subterrânea o aterro pode ser considerado como regular, pois, segundo a engenheira responsável pelo aterro sanitário, até o momento da realização da visita, a condicionante de avaliação das águas subterrâneas estava em análise pelo órgão ambiental competente pelo licenciamento. As Figuras 3 e 4 representam a célula do aterro sanitário.



Figura 3: Vista da célula do aterro



Figura 4: Ocorrência de lixo descoberto

O Total máximo foi obtido somando os subtotaís das tabelas 8, 9 e 10, obtendo o seguinte valor:

$$\begin{aligned} \text{Total máximo} &= 22 + 30 + 22 \\ \text{Total máximo} &= 74 \end{aligned}$$

Desse modo, o valor do IQR calculado foi:

$$\begin{aligned} \text{IQR} &= 74/13 \\ \text{IQR} &= 5,69 \end{aligned}$$

Observa-se que o valor do IQR de 5,69, enquadra o aterro sanitário de Itabira em condições inadequadas. Tal resultado reflete a condição atual do aterro sanitário que não atende de forma satisfatória muitos itens dentro das características do local, infraestrutura e condições operacionais.

Comparado o IQR de Itabira, com os demais apresentados no presente estudo, percebe-se que o aterro sanitário encontra-se operando em condições inferiores à maioria dos aterros estudados. A Tabela 6 apresenta os valores dos IQR's obtidos nos estudos citados.

Tabela 6 – Municípios e valores de IQR apresentados no referencial teórico

Município	IQR	Classificação
Anápolis/GO	8	Adequado
Peabirú/PR	3,4	Inadequado
Betim /MG	8,9	Adequado
Três Corações/MG	8,1	Adequado
Paracatu/MG	7,1	Controlado
Extrema/MG	6,7	Controlado
Carmo do Rio Claro/MG	5,3	Inadequado
Itabira	5,6	Inadequado

Observa-se que o aterro sanitário de Itabira opera somente em condições superiores as do município de Peabirú e Carmo do Rio Claro, municípios esses que operam seus aterros em condições inadequadas. Esse fato evidencia o atraso de Itabira comparado aos demais municípios estudados, com relação à disposição final dos resíduos sólidos, e indica a necessidade de uma readequação do aterro para que possa melhorar suas condições técnicas e operacionais.

Como consequência da inadequação do aterro sanitário, pode-se identificar a ocorrência de possíveis impactos ambientais e sugerir algumas medidas de controle para mitigação dos impactos identificados:

- a) Alteração na qualidade das águas superficiais devido ao carreamento de sedimentos assoreados. Como medida de controle, deve-se adequar o sistema de drenagem de águas pluviais e revegetar os taludes do local.
- b) Riscos de deformações excessivas e instabilizações decorrentes da capacidade de suporte do solo, qualidade do material para recobrimento, execução inadequada do processo de compactação, corte e angulação incorreta dos taludes e falta de técnicas de controle. Para contornar esse problema sugere-se a utilização de material de qualidade para recobrimento dos resíduos e o aperfeiçoamento e utilização de técnicas apropriadas no processo de compactação e formação das células.
- c) Risco de contaminação dos solos e das águas subterrâneas por líquidos percolados devido à disposição de resíduos no solo. Como medida de controle desse risco permanente, sugere-se sempre manter adequado o sistema de drenagem de chorume e realizar avaliações periódicas de contaminação dos solos e das águas subterrâneas.
- d) Aumento de vetores e moscas, causado por ocorrência de lixo descoberto. Aconselha-se o recobrimento adequado dos resíduos, a realização do controle e manutenção do sistema de drenagem de chorume.

A fim de se obter uma evolução no IQR, espera-se que aterro sanitário de Itabira corrija suas falhas e aplique as medidas de controle aqui apresentadas.

CONCLUSÕES

O presente trabalho contempla uma primeira oportunidade de realizar um diagnóstico das condições ambientais do aterro sanitário de Itabira utilizando o índice IQR. A realização desse estudo permitiu uma melhor compreensão dos processos que ocorrem no aterro sanitário da cidade de Itabira.

Os resultados do estudo utilizando o índice IQR mostraram que o aterro sanitário de Itabira encontra-se operando em condições inadequadas, e comparado com outros estudos verificou-se o atraso desse com relação aos demais aterros apresentados.

Os dados obtidos na análise realizada permitiu propor algumas medidas de controle aos impactos identificados. Recomenda-se a correção e/ou mitigação desses e posteriormente a realização da metodologia proposta pela CETESB com o cálculo de um novo índice IQR. O empreendedor deve repetir essa ação até obter um índice satisfatório o aterro.

Destaca-se que a utilização do IQR como instrumento de avaliação pode trazer subsídios para implementação de políticas específicas que contribuam na superação dos pontos frágeis da gestão e intensifique os seus pontos positivos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelo apoio concedido para participação no 28º CBESA. Os autores também agradecem à Universidade Federal de Itajubá - Campus Itabira pelo apoio para o desenvolvimento da pesquisa e ao CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13896. Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.
2. BOSCOV, M. E. Geotecnia Ambiental. Editora Oficina de Textos. São Paulo. 2008. 248p
3. CETESB. Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares. São Paulo. 2011. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/residuos-solidos/residuosSolidos2011.zip>>. Acesso em: 11 Ago. 14.
4. CETESB. Resíduos urbanos, de serviços de saúde e da construção civil. 2014. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/residuos-solidos/residuos-urbanos/2-residuos-urbano>>. Acesso em: 04 dez. 2014.
5. DEUS, A. B.S; LUCA, S. J; CLARKE. R. T. Índice de impacto dos resíduos sólidos urbanos na saúde pública (IIRSP): metodologia e aplicação. Rio de Janeiro. 2004. Eng. Sanit. Ambient. vol.9 no.4. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522004000400010>. Acesso em: 14 ago. 14.
6. ESSENCIS SOLUÇÕES AMBIENTAIS S.A. Projeto Executivo do Aterro Sanitário de Itabira-MG. Projeto 236, revisão 2. Abril de 2012
7. FARIA, F. S. Índice da qualidade de aterros de resíduos urbanos. XII, 355 p. Março de 2002. Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.getres.ufrj.br/pdf/FARIA_FS_02_t_M_int.pdf>. Acesso em: 04 Ago. 2014.
8. FEAM. Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no estado de Minas Gerais em 2013. Belo Horizonte, MG. 2014. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/Publicacoes2014/relatrio%20de%20progresso%20-%20panorama%20rsu_2013_gerub.pdf>. Acesso em: 19 ago. 14.
9. FILHO, J. F. P; SOBREIRA, F. G. Desempenho Operacional e Ambiental de Unidades de Reciclagem e Disposição Final de Resíduos Sólidos Domésticos Financiadas Pelo Icms Ecológico de Minas Gerais. Eng. sanit. ambient. Vol.12 - Nº 1 - jan/mar 2007, 52-61. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v12n1/a07v12n1>>. Acesso em: 21 ago. 14.
10. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Minas Gerais – Itabira – Censo 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=313170&idtema=106&search=minas-gerais%7Citabira%7Ccenso-demografico-2010:-resultados-da-amostra-deslocamento->>>. Acesso em: 18 jun. 2014.
11. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Minas Gerais – Itabira – Censo 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=313170&idtema=106&search=minas-gerais%7Citabira%7Ccenso-demografico-2010:-resultados-da-amostra-deslocamento->>>. Acesso em: 18 jun. 2014.
12. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Municípios Novos. 2014. Disponível em: <<http://7a12.ibge.gov.br/voce-sabia/curiosidades/municipios-novos>>. Acesso em: 04 dez. 2014.

13. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores. Comunicado do Ipea, Brasília, DF, n°. 145 abr. 2012. Não paginado. Disponível em:<
http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/120425_comunicadoipea0145.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2014.
14. SILVA, C; MARLISE, S; CORNELI, V. M; ARANTES, J.E. Diagnóstico da Contaminação do Solo e Aplicação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos da Cetesb na Área de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos de Peabirú-Pr. Engenharia Ambiental. Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 2. abr/jun. 2012. Disponível em:<
<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=2205&article=737&mde=pdf>>. Acesso em: 21 ago. 14.