



ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS APLICADO AO ATERRO DE FRANCISCO BELTRÃO - PR

BILUCA, J.¹; RIBEIRO, P. S. C.².

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná

² Universidade Estadual de Maringá - Umuarama

Palavras-chave: adequação de aterros, disposição final adequada, avaliação de aterros.

Resumo

A disposição final dos resíduos sólidos urbanos deve ser realizada em aterros sanitários e, para analisar a operação desses aterros, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo desenvolveu o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos que, com um check list, avalia as características locacionais, operacionais e estruturais. O presente estudo teve como objetivo adaptar a metodologia às leis ambientais do Paraná e aplicar o índice no aterro municipal de Francisco Beltrão. Os dados foram coletados in loco, registrando-os por meio de fotografias e por entrevistas semiestruturadas aplicadas aos funcionários do aterro. Além do levantamento da documentação do aterro junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente, as características físicas foram mensuradas em Sistema de Informação Geográfica. O aterro foi enquadrado como inadequado, com o índice 5,2. Portanto, são necessárias adequações, sobretudo nos parâmetros que obtiveram menor pontuação, como a cobertura diária dos resíduos, a drenagem e o tratamento do chorume.

LANDFILL QUALITY INDEX APPLIED TO THE FRANCISCO BELTRÃO LANDFILL - PR

Keywords: adequacy of landfills, adequate final disposal, landfill evaluation.

Abstract

The final disposal of solid urban waste must be carried out in landfills and, in order to analyze the operation of these landfills, the Environmental Company of the State of São Paulo has developed the Residual Landfill Quality Index which, with a check list, evaluates the locational characteristics, operational and structural. The present study had as objective to adapt the methodology to the environmental laws of Paraná and to apply the index in the municipal landfill of Francisco Beltrão. The data were collected in loco, registering them through photographs and semi-structured interviews applied to the landfill employees. In addition to the documentation of the landfill with the Municipal Department of Environment, the physical characteristics were measured in a Geographic Information System. The landfill was framed as inadequate, with the index 5.2. Therefore, adjustments are necessary, especially in the parameters that obtained lower scores, such as daily waste coverage, drainage and treatment of slurry.

INTRODUÇÃO

A elevada geração de resíduos nos municípios é preocupante, principalmente em função da disposição inadequada. Segundo a (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), foram geradas 214.405 ton./dia de resíduos sólidos urbanos em 2016, sendo coletados 91% desse total. Apesar da existência da coleta, grande parte dos resíduos ainda tem sido disposta de maneira inadequada, em torno de 42% é descartado em lixões ou em aterros controlados (ABRELPE, 2016).

Todo resíduo lançado de maneira inadequada no meio ambiente causa impactos ambientais e sociais, sendo um dos principais problemas urbanos nos últimos anos (FRACASSO; DALEPIANE; SILVA, 2017). Para amenizar tais impactos, os rejeitos, que são os resíduos depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento, devem ser destinados para aterros sanitários (BRASIL, 2010). Essa técnica reduz os resíduos ao menor volume permissível e confina-os na menor área possível, cobrindo-os com solo ao término de cada jornada de trabalho (ABNT, 1992).

Para garantir a adequada gestão dos resíduos, a Lei 12.305, de 2010, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), impôs a destinação final ambientalmente adequada para os rejeitos em aterros sanitários (BRASIL, 2010). No entanto, as áreas de disposição de resíduos são fontes potenciais de contaminação do meio ambiente, necessitando de monitoramento contínuo, mesmo quando construídas e operadas seguindo normatizações (LOPES et al., 2012).

Para analisar o funcionamento dos aterros sanitários, uma metodologia foi desenvolvida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR). A metodologia é aplicada por meio de um check list com atribuição de notas para avaliar as condições estruturais, operacionais e locacionais. Por fim, com as notas atribuídas, é realizado o cálculo do índice, que permite enquadrar o local em adequado ou inadequado (CETESB, 2014).

A aplicação do índice tem sido realizada em diferentes regiões do Brasil (ALBERTIN, 2011; MARINHO; OLIVEIRA, 2013; SILVA et al., 2016), seguindo uma

metodologia de fácil aplicação e desenvolvida por um órgão ambiental de reconhecimento.

A utilização de indicadores, especificamente para a gestão de resíduos sólidos, proporciona orientação para a tomada de decisões (PEREIRA; CURI; CURI, 2018). Assim, pode servir de base para fiscalização pelos órgãos ambientais e subsidiar os responsáveis para adequação. Desse modo, o presente estudo se torna relevante por ser o primeiro a aplicar o IQR no aterro de Francisco Beltrão, com o objetivo de enquadrar o local em adequado ou inadequado.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O município de Francisco Beltrão possui aproximadamente 735 km², sendo localizado no sudoeste do estado do Paraná. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a população estimada para 2018 é de 89.942 (IBGE, 2018).

Quanto à pluviosidade no município, essa é significativa ao longo do ano, sendo que no período de estudo, a precipitação média foi de 140 mm/mês (SEAB, 2015). O balanço hídrico é de importância para a geração de efluentes no aterro e considerado no dimensionamento do sistema de drenagem de líquidos (SANTOS et al., 2016).

Quanto à gestão dos resíduos sólidos, até o ano de 2000 todo resíduo do município era descartado a céu aberto em um lixão. A partir de 2001, o aterro sanitário municipal começou a operar (SILVA; FRANCISCHETT, 2012).

Visando aumentar a vida útil do aterro, o município trabalha com a coleta diferenciada, desde 2007, em parceria com a ASCAPABEL (Associação de Catadores de Papel de Francisco Beltrão) atuando no projeto Cidade Limpa.

2.2 Levantamento de dados

A metodologia empregada foi baseada na aplicação do check list que compõe o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos, desenvolvido pela CETESB, com

adaptações quanto à legislação do estado do Paraná e a atribuição de critérios de avaliação intermediários.

Para mensurar as características físicas da região, foi utilizado um Sistema de Informação Geográfica, gerando-se um buffer (área do entorno de um objeto). Sendo que, para a proximidade a núcleos habitacionais, adotou-se a distância de 1.500 m e de 200 m para os corpos d'água, adaptando o método ao observando a Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMA) 094 (PARANÁ, 2014).

Outra adaptação realizada foi em relação a atribuição de notas intermediárias para parâmetros parcialmente atendidos, sendo que a metodologia da CETESB não aplica valores parciais.

As informações sobre a vida útil do aterro, licença de operação, profundidade do lençol freático, o coeficiente de permeabilidade do solo, as análises das águas subterrâneas e os laudos geotécnicos foram solicitados à Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Já as restrições legais ao uso do solo foram observadas na Lei Municipal 3.384, de 2007, que trata do zoneamento do uso e ocupação do solo urbano de Francisco Beltrão (FRANCISCO BELTRÃO, 2007).

Os demais parâmetros foram analisados por meio de análise in loco, sendo registrados por fotografias. As visitas ao aterro foram previamente agendadas e realizadas entre março e junho de 2015.

Informações adicionais foram levantadas junto aos funcionários do aterro, sendo entrevistados dois dos funcionários do aterro e três motoristas dos caminhões compactadores.

Após a coleta dos dados, esses foram tabulados para a atribuição de notas. A pontuação atribuída às variáveis foi utilizada na equação estabelecida pela CETESB (Eq. 1). O Subtotal 1 refere-se às condições estruturais, o Subtotal 2.1, às características operacionais de

$$IQR = \frac{\text{Subtotal 1} + \text{Subtotal 2.1} + \text{Subtotal 3}}{10} \quad (1)$$

O resultado foi então utilizado para o enquadramento das instalações, segundo orientações da CETESB (2014), onde o IQR de 0,0 a 7,0 enquadra o aterro em Inadequado e de 7,1 a 10,0 em Adequado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do aterro por meio do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos permitiu realizar o levantamento das características estruturais, operacionais e locais.

3.2 Características estruturais do aterro

3.2.1 Item estrutura de apoio

O primeiro parâmetro analisado refere-se à portaria do aterro, necessária para a vigilância. No aterro em estudo, a entrada é controlada com portão eletrônico e o acesso é permitido somente com autorização, sendo as visitas condicionadas a prévio aviso.

Quanto à balança, também foi verificada no aterro, mas a pesagem não foi constatada durante as visitas. Segundo dois dos funcionários do aterro, a pesagem é realizada a cada 30 dias, outros dois afirmaram que é realizada a cada 60 dias e outro disse ser realizada com todos os caminhões que chegam ao aterro. Portanto, o primeiro subitem do IQR não recebeu pontuação máxima devido às divergências nas informações obtidas, recebeu um ponto, por ser considerado insuficiente.

O isolamento físico foi observado nos arredores do aterro, sendo realizado com cerca de arame farpado, com aproximadamente 1,7 m de altura. O isolamento visual com vegetação também foi perceptível, uma vez que não foi possível, localizando-se em frente ao aterro, avistar a massa de resíduos. Assim sendo, o isolamento físico e o visual estão adequados e receberam dois pontos cada.

Já o acesso ao aterro sanitário encontrava-se em obras com vistas a melhorar o trânsito, vale ressaltar que com o questionário aplicado, quatro de cinco entrevistados afirmaram que o local possui fácil acesso. Em relação às respostas quanto à operação do aterro em dias chuvosos, somente um entrevistado afirmou que a operação ocorre normalmente, independente dos períodos chuvosos. Assim, o parâmetro foi avaliado como parcialmente adequado, com pontuação de um e meio.

3.2.2 Item frente de trabalho

O primeiro parâmetro avaliado neste item refere-se às dimensões que, no aterro em estudo, estão compatíveis para o acesso dos caminhões a frente de trabalho. Porém, sua elevada extensão permite a proliferação de vetores, portanto foi atribuída uma pontuação intermediária de 2,5 pontos, por ser avaliado como parcialmente adequado.

Em relação à compactação dos resíduos, é realizada por um trator tipo esteira. Todos os funcionários entrevistados afirmaram que ao descarregar os resíduos, os mesmos são compactados, sem existir um padrão no número de passadas, e posteriormente são cobertos com solo. Desta forma, o parâmetro parcialmente atendido, obteve nota de 2,5.

Já o recobrimento dos resíduos, segundo a Resolução CEMA 094, deve ser realizado diariamente (PARANÁ, 2014). No entanto, o aterro não realiza a cobertura diária dos resíduos, deixando-os expostos por longos períodos de tempo. A cobertura é realizada ao término das células e quando não há precipitação. Sendo assim, o parâmetro foi avaliado como insuficiente, recebendo 2,5 pontos.

3.2.3 Item taludes e bermas

Este item contempla a avaliação das dimensões e inclinações, julgando a correta construção das células. O aterro em estudo não segue um padrão na construção, portanto não atingiu a nota máxima de quatro pontos, mas como não há deslizamentos na massa de resíduos, a pontuação atribuída foi dois, considerado parcialmente adequado.

A cobertura com solo, tanto durante a construção das células como na sua finalização, é essencial para impedir a proliferação de vetores e o afloramento do chorume na massa de resíduos. Assim, também é essencial a proteção final realizada com vegetação para impedir a ocorrência de erosões. Porém, no aterro em estudo, a cobertura com solo é precária, mas na finalização da célula é possível perceber a proteção final com vegetação, sendo estes parâmetros parcialmente adequados.

Assim sendo, o item cobertura de terra recebeu nota dois, por ser executada em parte finalizada do aterro e a proteção vegetal recebeu um ponto e meio,

considerada insuficiente.

O último subitem avaliado quanto aos taludes e bermas é composto do afloramento do chorume, sendo possível perceber o mesmo aflorando na massa de resíduos em diversos pontos do aterro. O fato pode ser explicado devido à elevada pluviosidade do município e a drenagem inadequada, tanto das águas pluviais como do chorume. Portanto, a nota atribuída a este parâmetro foi zero.

3.2.4 Item superfície superior

O nivelamento da superfície, realizado para que não ocorram deslizamentos na massa de resíduos é efetuado com um trator tipo esteira. Este parâmetro recebeu pontuação cinco por ser realizada de maneira adequada.

Porém, como a cobertura dos resíduos não é homogênea, isto é, sem uniformidade, deixando resíduos expostos, atraindo vetores e facilitando a liberação de gases da decomposição para a atmosfera, esse item avaliado foi considerado insuficiente, com nota atribuída de 2,5 pontos.

3.2.5 Item estruturas de proteção ambiental

O primeiro subitem trata da impermeabilização do solo, este parâmetro segue as orientações da Resolução CEMA 094, sendo executado nas laterais e na base do aterro. Portanto, recebeu a pontuação máxima, de dez pontos.

Em relação à profundidade do lençol freático e o coeficiente de permeabilidade do solo, estes parâmetros não foram analisados na construção do aterro. Porém, na avaliação da CETESB, quando a impermeabilização da base do aterro está adequada, estes parâmetros não são pontuados.

Quanto à drenagem do chorume, acima da camada impermeabilizante e interligado ao sistema de drenagem de gases, não foi identificada no aterro em estudo. A drenagem ocorre apenas por canaletas no entorno da célula em construção. Desta maneira essa estrutura foi avaliada como insuficiente, com pontuação atribuída de dois pontos.

Já o tratamento do chorume é executado por meio de lagoas de estabilização em série, sendo constituído de lagoa anaeróbia, seguida de uma facultativa, aerada e uma lagoa seca, para infiltração do efluente tratado

no solo. Segundo Rigo (2014), na lagoa aeróbia, o aerador funciona até oito horas por dia recebendo o líquido da lagoa anaeróbia que, por sua vez, possui doze metros de profundidade, sendo considerada muito profunda, impossibilitando a retirada do lodo e a revisão da geomembrana.

Além disso, em relação às respostas quanto à operação, um entrevistado relatou sobre o controle manual da bomba de aeração, esta é acionada ou desligada quando os operadores identificam a necessidade de aeração em decorrência das características organolépticas do efluente em tratamento, o que não garante eficiência no fornecimento de oxigênio ao meio. Outro ponto observado foi a presença de uma única bomba, sendo assim, quando esta está em manutenção, não há meios de prover oxigênio para os processos metabólicos.

Por fim, segundo Cort et al. (2008), que analisaram a eficiência do tratamento do chorume do aterro de Francisco Beltrão na remoção de metais, identificaram que os níveis de manganês, ficaram acima do estabelecido pela Resolução 357, de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Portanto, este parâmetro foi avaliado como insuficiente, com nota dois, em função de ser realizado, mas apresentar aeração insuficiente da lagoa aeróbia e não atender à Resolução CONAMA em todos os aspectos.

Como a pluviosidade no município é elevada, a drenagem das águas pluviais deveria ser adequada, não permitindo o acúmulo de água, sem elevar a geração de chorume e impedindo o aterro de operar normalmente nos dias chuvosos. Porém, a nota atribuída para a drenagem definitiva e provisória das águas pluviais foi zero, devido à inexistência dessas estruturas, com pontos de acúmulo de água da chuva.

Em relação à drenagem de gases no aterro, é perceptível em uma célula concluída, sendo realizada com pneus preenchidos com matacões. No entanto, em uma célula que está sendo finalizada, não foi possível identificar a existência de drenos de biogás interligados a um sistema de drenagem de efluentes, também inexistente. Desse modo, a nota atribuída foi dois, considerado insuficiente.

Em relação ao monitoramento de águas subterrâneas, o aterro em estudo possui um único poço

de monitoramento, construído em local inadequado e as análises de água subterrânea não são realizadas. Assim sendo, este subitem recebeu pontuação zero, por ser enquadrado como inexistente.

O monitoramento geotécnico busca controlar deformações verticais e horizontais do maciço, em função da estabilidade e do recalque promovido com a degradação biológica dos resíduos. Segundo a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 8.419, deve ser prevista a aferição do recalque durante a operação e após o encerramento do aterro sanitário, devendo ser indicado o método empregado (ABTN, 1992), sendo o mesmo não especificado pela norma. O aterro em estudo não realiza nenhum método de monitoramento geotécnico, sendo assim, este item também teve a pontuação zerada.

A soma das notas atribuídas às estruturas de apoio (6,5), à frente de trabalho (7,5), aos taludes e bermas (5,5), à superfície superior (7,5) e às estruturas de proteção ambiental (16) gerou o Subtotal 1, de 43 pontos, utilizado no cálculo do IQR, sendo o valor máximo de 86 quando todos os parâmetros estão adequados (Quadro 1).

Quadro 1. Notas atribuídas as características estruturais do aterro

ITEM	SUBITEM	AValiação	NOTA ATRIBUÍDA	NOTA MÁXIMA
ESTRUTURAS DE APOIO	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	INSUFICIENTE	1	2
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIM/SUFICIENTE	2	2
	3. ISOLAMENTO VISUAL	SIM/SUFICIENTE	2	2
	4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	PARCIALMENTE ADEQUADO	1,5	3
FRENTE DE TRABALHO	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	PARCIALMENTE ADEQUADAS	2,5	5
	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	INSUFICIENTE	2,5	5
	7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	INSUFICIENTE	2,5	5
TALUDES E BERMAS	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	PARCIALMENTE ADEQUADAS	2	4
	9. COBERTURA DE TERRA	INSUFICIENTE	2	4
	10. PROTEÇÃO VEGETAL	INSUFICIENTE	1,5	3
	11. AFLORAMENTO DE CHORUME	SIM/NUMEROSOS	0	4
SUPERFÍCIE SUPERIOR	12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	SIM/SUFICIENTE	5	5
	13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	INSUFICIENTE	2,5	5
ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM/SUFICIENTE (NÃO PREENCHER ITEM 15)	10	10
	15. PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE (K)	-	-	-
	16. DRENAGEM DE CHORUME	INSUFICIENTE	2	4
	17. TRATAMENTO DE CHORUME	INSUFICIENTE	2	4
	18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	NÃO/INEXISTENTE	0	3
	19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	NÃO/INEXISTENTE	0	4
	20. DRENAGEM DE GASES	INSUFICIENTE	2	4
	21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	INEXISTENTE	0	4
	22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	INEXISTENTE	0	4
SUBTOTAL 1			43	86

3.3 Características operacionais do aterro

O primeiro subitem das condições operacionais é referente à presença de catadores de materiais recicláveis, sendo analisado como adequado, pois a presença desses no aterro não foi constatada, bem como confirmada pelos funcionários entrevistados. Isso se justifica pela existência de uma cooperativa para triagem de materiais recicláveis.

Quanto à queima de resíduos, o aterro está adequado e a não realização foi confirmada pelos funcionários. Assim, esses dois subitens, presença de catadores e queima de resíduos, receberam dois pontos cada.

Já a ocorrência de moscas, odores e a presença de aves e animais foi constatada no aterro (Figura 1). Portanto, os subitens 25 e 26 receberam pontuação zero.



Figura 1. Presença de animais no aterro

Quanto ao recebimento de resíduos não autorizados, o item não pode ser diagnosticado, pois o aterro em estudo não possui um plano de amostragem de resíduos e todos os funcionários entrevistados afirmaram que a amostragem não é realizada na chegada dos caminhões no aterro. Contudo, os motoristas questionados relataram ser orientados a não recolher resíduos não autorizados, como de clínicas e indústrias.

Segundo Rigo (2014), uma quantificação e caracterização realizada com cinco caminhões que coletaram os resíduos de, aproximadamente 30% dos bairros de Francisco Beltrão, não identificou resíduos não autorizados. Portanto, a nota atribuída foi intermediária de um ponto.

Assim sendo, as notas das características operacionais do aterro geram o Subtotal 2.1, totalizando cinco pontos e não a nota máxima de dez (Quadro 2).

Quadro 2. Notas atribuídas as características operacionais

ITEM	SUBITEM	AValiação	NOTA ATRIBUÍDA	NOTA MÁXIMA
OUTRAS INFORMAÇÕES	23. PRESENÇA DE CATADORES	NUNCA	2	2
	24. QUEIMA DE RESÍDUOS	NUNCA	2	2
	25. OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	SEMPRE	0	2
	26. PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	SEMPRE	0	2
	27. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	ÀS VEZES	1	2
SUBTOTAL 2.1			5	10

3.4 Características locais do aterro

Entre as condições locais, a proximidade a núcleos habitacionais deve ser no mínimo 1.500 m para atender a Resolução CEMA 094 (PARANÁ, 2014). O aterro em estudo encontra-se adequado, pois bairro mais próximo está a cerca de 2 km (Figura 2).

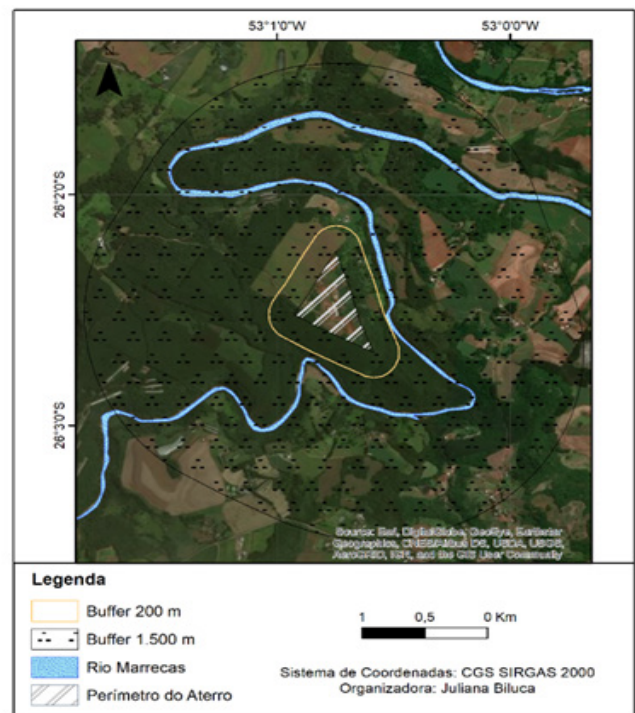


Figura 2. Distância do perímetro do aterro a núcleos habitacionais e a corpos d'água

A proximidade entre aterros sanitários e corpos d'água é normatizada pela NBR 8.419 e também pela

Resolução CEMA 094, sendo a distância mínima de 200 m (ABNT, 1992; PARANÁ, 2014). O aterro em estudo atende o estabelecido, localizando-se a esquerda do Rio Marrecas (Figura 2), mas a uma distância adequada. A nota atribuída para este parâmetro foi de dois pontos.

Algumas características locais do aterro são avaliadas, mas não são pontuadas pelo IQR, trata-se da vida útil, licença operação e restrições ao uso do solo. Quanto à vida útil do aterro, segundo o engenheiro responsável, foi estimada para mais cinco anos a partir de 2013.

A licença operação foi expedida pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), sobre o número 11168, com protocolo de número 131590890 (IAP, 2014).

As restrições legais ao uso do solo estão de acordo com o mapa de zoneamento do município, pois este define apenas a área urbana. Analisando o mapa e a localização do aterro, percebe-se que o mesmo não se encontra nos limites do mapa de zoneamento, sendo situado em área rural.

A avaliação das características locais do aterro gera o Subtotal 3 (Quadro 3). Vale destacar que os parâmetros não pontuados, apenas analisados, foram avaliados positivamente no aterro em estudo.

Quadro 3. Notas atribuídas as características locais

ITEM	SUBITEM	AValiação	NOTA ATRIBUÍDA	NOTA MÁXIMA	
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	30. PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	≥ 1.500 m	2	2	
	31. PROXIMIDADES DE CORPOS DE ÁGUA	≥ 200 m	2	2	
	32. VIDA ÚTIL DA ÁREA	≤ 2 ANOS			
		DE 2 A 5 ANOS		X	
		> 5 ANOS			
	33. LICENÇA OPERAÇÃO	SIM		X	
		NÃO/VENCIDA			
	34. RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	SIM		X	
		NÃO			
	SUBTOTAL 3			4	4

Os subtotais obtidos com as notas das características estruturais (Subtotal 1), das características operacionais (Subtotal 2.1) e das características locais (Subtotal 3) foram utilizados na equação do IQR (Eq. 2), obtendo um índice de 5,2. Desta forma, o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos não atingiu a pontuação mínima necessária de 7,1, para enquadrar o aterro em adequado.

$$IQR = \frac{\text{Subtotal 1 (43)} + \text{Subtotal 2.1 (5)} + \text{Subtotal 3 (4)}}{10} = 5,2 \quad (2)$$

O índice, apesar de bem estruturado, possui limitações, uma vez que o resultado é influenciado por parâmetros variáveis, como as condições climáticas, dinâmica na operação do aterro, bem como o nível de conhecimento e experiência do avaliador.

Sugere-se então que sejam atribuídas notas intermediárias para características estruturais e operacionais, como no presente estudo, atribuindo pontuação zero quando os parâmetros avaliados são inexistentes, pontuação intermediária quando parcialmente adequados e nota máxima quando estão adequados.

Para diminuir a subjetividade presente na avaliação, se faz necessário o treinamento de pessoal para acompanhar a operação do aterro e a aplicação do IQR semestralmente ou anualmente, como é feito no estado de São Paulo, permitindo comparar os resultados e analisar as melhorias, evitando danos ambientais de obras mal operadas.

A aplicação do índice no aterro de Francisco Beltrão permitiu identificar que parâmetros importantes devem ser adequados, principalmente os que obtiveram menor nota, como a cobertura com solo dos resíduos, minimizando a exalação de odores e a ocorrência de aves e moscas; o monitoramento das águas subterrâneas; a drenagem de águas pluviais e do chorume; e o tratamento do chorume, que deve ser eficiente na remoção de poluentes, obedecendo à legislação vigente.

Especial atenção deve ser dada à cobertura com solo dos resíduos depositados, o que influenciaria positivamente em outros parâmetros, diminuindo a presença de moscas, aves e animais e a ocorrência de

odores, somado a adequação do monitoramento das águas subterrâneas e do tratamento do chorume, o IQR atingiria a pontuação necessária para enquadrar o aterro como adequado, índice de 7,1.

CONCLUSÃO

A avaliação do aterro sanitário de Francisco Beltrão, realizada com o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos, possibilitou analisar as características estruturais, operacionais e locacionais do aterro, e obter o índice de 5,2, enquadrando o aterro sanitário como inadequado.

O estudo serve de base ao gestor do aterro na identificação de condições inadequadas, como a cobertura diária com solo dos resíduos depositados, a drenagem das águas pluviais e do chorume, bem como o tratamento desse e o monitoramento das águas subterrâneas, permitindo adequá-lo.

LITERATURA CITADA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**.

ALBERTIN, R. M.; MORAES, E.; ANGELIS NETO, G.; ANGELIS, Bruno L. D.; SCHMIDT, C. A. P. Avaliação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no município de Cianorte, Paraná. **Revista Tecno-lógica**. v. 15, n.2, p 53-61, 2011.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 19 fev. 2018

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos 2014**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/residuos-solidos/residuosSolidos2014.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2015.

CORT, E. P. D.; ALBERTI, V.; ROTTA, M.; BECEGATO, V.; MACHADO, W. C. P.; ONOFRE, S. B. Níveis de metais pesados presentes no chorume produzido em aterros sanitários da região sudoeste do Paraná. **GEOAMBIENTE ON-LINE**. Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Campus Jataí – UFG. n. 11, 2008.

FRACASSO, M. M.; DALEPIANE, R. M.; SILVA, R. S. Avaliação dos resíduos sólidos urbanos para município de Sananduva/RS. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**. v. 4, n. 1,

p. 20-30, 2017.

FRANCISCO BELTRÃO. **Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo Urbano – Lei 3.304 de 2007**. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-francisco-beltrao-pr>>. Acesso em: 14 nov. 2014.

IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Consultas a Licenças Ambientais**. 2014. Disponível em: <http://celepar7.pr.gov.br/sia/licenciamento/consulta/view_licenca.asp?id=1147414>. Acesso em: 19 fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades – Francisco Beltrão**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/francisco-beltrao/panorama>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

LOPES, D. D.; SILVA, S. M. C. P.; FERNANDES, F.; TEIXEIRA, R. S.; CELLIGOI, A.; DALL'ANTÔNIA, L. H. Geophysical technique and groundwater monitoring to detect leachate contamination in the surrounding area of a landfill – Londrina (PR – Brazil). **Journal of Environmental Management**. v. 113, p. 481- 487, 2012.

MARINHO, R. C.; OLIVEIRA, R. M. S. Avaliação da qualidade do aterro sanitário de Palmas-TO, utilizando a ferramenta Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos – IQA. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**. v. 01, n. 05, p. 123-141, 2013.

PARANÁ. **Resolução CEMA nº 094, de 04 de novembro de 2014**. Disponível em: < <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno>>.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C.; CURI, W. F. Uso de indicadores na gestão de resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 23, n. 3, p. 471-483, 2018.

RIGO, V. **Análise do Processo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Município de Francisco Beltrão/PR a Partir da Década de 1970**. Francisco Beltrão, Dissertação (Mestrado em Geografia) – UNIOESTE, 2014.

SANTOS, L. P. S.; MENDES, T. A.; ABREU, G. R. O.; SANTOS NETO, A. G.; LEITÃO, V. S. Software para Pré-Dimensionamento de Aterro Sanitário pelo Método Das Trincheiras Destinado a Municípios de Pequeno Porte. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 20, n. 1, p. 398-404, 2016.

SEAB - SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Precipitação Pluviométrica Regional**. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

SILVA, R. P. G.; AMORIM, M. F.; NOBRE, C. A.; COSTA, T. G. A.; ROCHA, I. L. Aplicação do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) em área de disposição de resíduos sólidos urbanos do município de Riacho Frio-PI. **Cadernos Cajuína**. v. 3, n. 1, p. 36-43, 2016.

SILVA, I. O. R. da; FRANCISCHETT, Mafalda Nesi. A Destinação de Resíduos Sólidos o Caso de Francisco Beltrão/PR. **Revista GeoNordeste**. n. 2, 2012.