

### III-125 - ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERRO DE RESÍDUOS: FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO EM SISTEMA DE DISPOSIÇÃO FINAL NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE - PB

**Igor Souza Ogata<sup>(1)</sup>**

Engenheiro sanitarista e ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em engenharia civil e ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Doutorando em engenharia civil e ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Professor mestre da Universidade Estadual da Paraíba.

**João Carlos Ribeiro Silva<sup>(2)</sup>**

Engenheiro civil pela Universidade Estadual da Paraíba.

**Lilian Arruda Ribeiro<sup>(3)</sup>**

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em ciência e tecnologia ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Doutora em desenvolvimento e meio ambiente pela Universidade Federal da Paraíba.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Cel. João Figueiredo, 78 - Bodocongó – Campina Grande - PB - CEP: 58430-180 - Brasil - Tel: +55 (83) 99619-4243 - e-mail: [igor\\_ogata@hotmail.com](mailto:igor_ogata@hotmail.com).

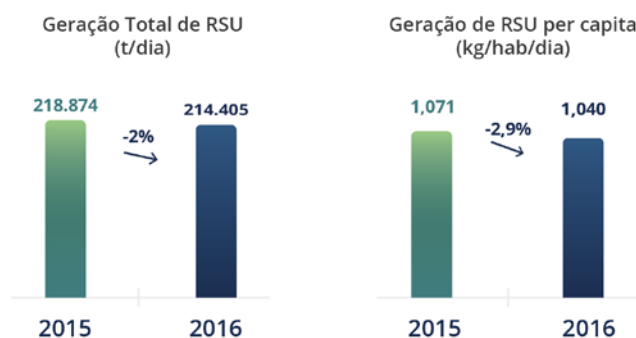
#### RESUMO

A quantidade de resíduos sólidos urbanos produzidos em todo o mundo é bastante significativa e se não forem dispostos de forma correta esses resíduos podem vir a causar problemas ambientais e de saúde pública gravíssimos. A forma mais adequada de dispor esses resíduos é destiná-los para aterros sanitários. Portanto, torna-se necessário avaliar a qualidade do local para onde os resíduos estão sendo dispostos, essa avaliação pode ser feita através do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), que se subdivide em três macroconjuntos e que analisa vários critérios de ordem sanitária, ambiental e operacional. Sendo assim, essa pesquisa avaliou a qualidade de um aterro sanitário localizado no município de Campina Grande – PB, utilizando a metodologia da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para o IQR. O resultado foi bastante positivo, com valor de IQR de 8,69, classificando o aterro em condições adequadas de funcionamento. O único macroconjunto que não atendeu a todos os critérios foi o das *Condições Sanitárias*, indicando que o aterro, apesar de possuir problemas associados ao local de instalação, emprega medidas mitigadoras, robustas o suficiente, para evitar impactos negativos ao meio ambiente e a população do entorno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aterro sanitário, Resíduos sólidos urbanos, Índices e indicadores, Impacto ambiental.

#### INTRODUÇÃO

Segundo o panorama realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (2016), no Brasil, entre os anos de 2015 e 2016, houve uma redução de 2% na quantidade de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados no país, alcançando um patamar em torno de 214.000 t/dia. Essa redução também foi verificada na geração per capita, que decaiu de 1,071 kg/hab.dia para 1,040 kg/hab.dia, diminuindo em 3% da quantidade anterior (Figura 1).

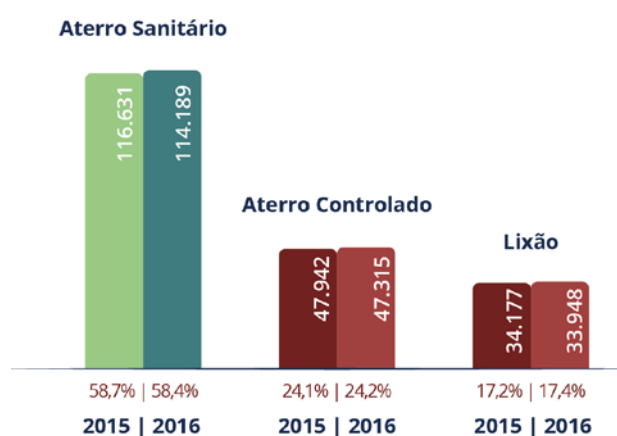


**Figura 1: Geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil.**

Fonte: ABRELPE (2016).

Apesar dessa redução na quantidade de resíduos gerada no país, a população aumentou em 0,8% (IBGE, 2016) indicando que outro fator está influenciando a dinâmica de geração de resíduos sólidos. Nesse sentido, Rossi e Mello (2017) discutem em seu trabalho que, desde o primeiro trimestre de 2015 o Brasil está em um período de recessão econômica e que além da queda do produto interno bruto, houve também aumento das taxas de desemprego, e devido à diminuição do poder de compra da população, pode ter havido uma diminuição na geração de resíduos, assim como teorizado no trabalho de Godecke et al. (2013), que relaciona diretamente a geração de resíduos e o consumo da população.

Ainda analisando os resultados do panorama apresentado pela ABRELPE (2016), foi possível verificar que a quantidade de resíduos dispostos em aterros sanitários diminuiu em 0,3%, enquanto que, paralelamente a quantidade disposta em aterros controlados e vazadouros a céu aberto, aumentaram em 0,1% e 0,2%, respectivamente (Figura 2). Essas variações nas porcentagens não são tão significativas quando comparadas com os dados apresentados no ano de 2015, mas vale enfatizar que a quantidade de resíduos que são dispostos aos aterros controlados e aos vazadouros a céu aberto ainda é bastante significativa, estando em desconformidade com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).



**Figura 2: Disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil.**

Fonte: ABRELPE (2016).

Apesar do aumento relativo que houve na disposição de resíduos em vazadouros a céu aberto, a quantidade absoluta vem diminuindo, o que pode ser reflexo da instituição da PNRS, que exige dos municípios a disposição correta de seus resíduos e que cumpram as demais exigências estabelecidas na Lei nº 12.305/2010, pois só assim se pode ter acesso aos recursos da União ou recursos por este controlados.

Contudo, vale a pena ressaltar que a disposição em vazadouro a céu aberto é uma alternativa de viés unicamente econômico, visto que distancia da comunidade os problemas trazidos pela má gestão dos resíduos, porém não se enquadra em uma solução ambientalmente adequada (MONTEIRO, 2001). Na verdade, os vazadouros geram grandes problemas de ordem ambiental e social, sendo exigência da PNRS, que os municípios destinem seus rejeitos para aterros sanitários.

Neste contexto, o presente trabalho busca avaliar o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) de um aterro sanitário localizado no Distrito de Catolé de Boa Vista, no município de Campina Grande – PB e com base nos dados obtidos, analisar se o aterro possui condições adequadas de funcionamento ou se apenas recebe a denominação de *aterro sanitário* para servir de escape para o município justificar sua adequação à Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

## OBJETIVO

Avaliar as condições operacionais, de instalação e de manutenção de um aterro sanitário localizado no Município de Campina Grande – PB, com base no IQR, a fim de verificar se o funcionamento está de acordo com as boas práticas de um aterro sanitário e se o índice representa adequadamente as condições do objeto em estudo.

## METODOLOGIA

O aterro sanitário objeto desta pesquisa está localizado na fazenda Logradouro II, no distrito de Catolé de Boa Vista, município de Campina Grande – PB, possuindo latitude de 7°16'32" S e longitude de 36°00'54" O, sendo que a área onde o aterro sanitário foi implantado corresponde a aproximadamente 40 ha.

De posse do formulário padrão desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (1993), foi realizado seu preenchimento, com a finalidade de quantificar cada critério e agregá-los para constituir o IQR. O formulário determina uma série de critérios a serem avaliados em um aterro sanitário, organizados em três macroconjuntos, que são denominados de *Condição Sanitária*, *Condição Ambiental* e *Condição Operacional* (Quadro 1).

**Quadro 1: Critérios do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos segundo seus macroconjuntos.**

Macroconjunto	Critérios a serem avaliados
Condição Sanitária	Capacidade de suporte do solo, Proximidade de núcleos habitacionais, Proximidade de corpos de água, Profundidade do lençol freático, Permeabilidade do solo, Disponibilidade de material para recobrimento, Qualidade do material para recobrimento, Condições do sistema viário, trânsito e acessos, Isolamento visual da vizinhança e Legislação da localização.
Condição Ambiental	Cercamento da área, Portaria/guarita, Impermeabilização de base do aterro, Drenagem do chorume, Drenagem de águas pluviais definitiva, Drenagem de águas pluviais provisória, Trator de esteiras ou compatível, Outros equipamentos, Sistema de tratamento de chorume, Acesso à frente de trabalho, Vigilantes, Sistema de drenagem de gases, Controle do recebimento de cargas, Monitoramento de águas subterrâneas e Atendimento às especificações do projeto.
Condição Operacional	Aspecto geral, Ocorrência de lixo descoberto, Recobrimento do lixo, Presença de urubus ou gaivotas, Presença de moscas em grandes quantidades, Presença de catadores, Criação de animais, Descarga de resíduos de serviços de saúde, Descarga de resíduos industriais, Funcionamento de drenagem pluvial definitiva, Funcionamento de drenagem pluvial provisória, Funcionamento de drenagem do chorume, Funcionamento do sistema de tratamento do chorume, Funcionamento do sistema de monitoramento das águas subterrâneas, Eficiência da equipe de vigilantes e Manutenção dos acessos internos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o preenchimento adequado do questionário que origina o IQR, utilizou-se três meios de coleta de informações. A primeira forma foi através de visita técnica ao aterro sanitário, na qual foi possível aferir características do aterro sanitário, como aspectos gerais, as condições dos acessos, isolamento visual, presença de catadores e animais, cercamento da área, existência de guarita e balança com seus respectivos funcionários, máquinas disponíveis e detalhamento das etapas de operação, bem como a realização de registros fotográficos das condições a serem avaliadas e esclarecimentos com o responsável técnico pelo empreendimento.

O segundo meio foi a análise do projeto de implantação e operação do aterro sanitário, que foi disponibilizado para verificar se o que ocorre em campo condiz com as especificações do projeto, como as formas de drenagem utilizadas, a forma de tratamento do lixiviado, impermeabilização da base e profundidade do lençol freático. E por fim, a análise de publicações relacionadas ao aterro sanitário, que forneceram dados como qualidade e disponibilidade do material de recobrimento, tipo de solo do local, permeabilidade do solo e distância de corpos de água e núcleos habitacionais, além de análise de imagem de satélite, através da qual obteve-se dados referentes a vizinhança.

Após o preenchimento do formulário elaborado pela CETESB (1993), cada critério recebeu a pontuação determinada pela instituição, em seguida o valor de cada macroconjunto foi calculado através do somatório da pontuação dos seus respectivos critérios. Por fim, para determinar o IQR, foi utilizada a Equação 1, que é constituída da soma dos valores de cada macroconjunto, dividido pelo valor 13.

$$IQR = \frac{CS+CA+CO}{13}$$

equação (1)

Onde IQR é o valor do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos, CS é o valor do macroconjunto *Condição Sanitária*, CA é o valor do macroconjunto *Condição Ambiental* e CO é o valor do macroconjunto *Condição Operacional*.

A CETESB (1993) ainda criou uma classificação para identificar a adequação de condições de funcionamento de área de disposição final analisada, essa categorização está apresentada na Quadro 2, variando do valor 0,00 a 10,00 e foi aplicada ao aterro sanitário em estudo.

**Quadro 2: Classificação do aterro sanitário segundo o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos.**

Valor do IQR	Condições do aterro sanitário
0<IQR<6,0	Condições inadequadas para o aterro sanitário
6,0<IQR<8,0	Condições controladas para o aterro sanitário
8,0<IQR<10,0	Condições adequadas para o aterro sanitário

Fonte: CETESB (1993).

## RESULTADOS

Os primeiros resultados que se observam é referente aos valores preenchidos do formulário padrão da CETESB (1993), apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, referente à pontuação dos critérios anteriormente apresentados, para os macroconjuntos da *Condição Sanitária*, *Condição Ambiental* e *Condição Operacional*, respectivamente.

**Tabela 1: Valor obtido pelo macroconjunto da condição sanitária.**

Subitem	Avaliação	Peso	Valor
Capacidade de suporte do solo	Adequada	5	5
	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	> 3 m	4	4
	1 a 3 m	2	
	0 a 1 m	0	
Permeabilidade do solo	Baixa	5	0
	Média	2	
	Alta	0	
Disponibilidade de material para recobrimento	Suficiente	4	0
	Insuficiente	2	
	Nenhuma	0	
Qualidade do material para recobrimento	Boa	2	2
	Ruim	0	
Condições do sistema viário, trânsito e acessos	Boas	3	3
	Regulares	2	
	Ruins	0	
Isolamento visual da vizinhança	Bom	4	4
	Ruim	0	
Legislação da localização	Local permitido	5	5
	Local proibido	0	
<b>Subtotal CS</b>			<b>23</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: CS = Condição Sanitária.

**Tabela 2: Valor obtido para o macroconjunto da condição ambiental.**

Subitem	Avaliação	Peso	Valor
Cercamento da área	Sim	2	2
	Não	0	
Portaria/guarita	Sim	2	2
	Não	0	
Impermeabilização de base de aterro	Sim/desnecessário	5	5
	Não	0	
Drenagem do chorume	Suficiente	5	5
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Drenagem de águas pluviais definitiva	Suficiente	4	4
	Insuficiente	2	
	Inexistente	0	
Drenagem de águas pluviais provisória	Suficiente	2	2
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Trator de esteiras ou compatível	Permanente	5	5
	Periodicamente	2	
	Inexistente	0	
Outros equipamentos	Sim	1	1
	Não	0	
Sistema de tratamento de chorume	Suficiente	5	5
	Insuficiente/Inexistente	0	
Acesso à frente de trabalho	Bom	3	3
	Ruim	0	
Vigilantes	Sim	1	1
	Não	0	
Sistema de drenagem de gases	Suficiente	3	3
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Controle do recebimento de cargas	Sim	2	2
	Não	0	
Monitoramento de águas subterrâneas	Suficiente	3	3
	Insuficiente	2	
	Inexistente	0	
Atendimento às especificações do projeto	Sim	2	2
	Parcialmente	1	
	Não	0	
<b>Subtotal CA</b>			<b>45</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: CA = Condição Ambiental.

**Tabela 3: Valor obtido para o macroconjunto da condição operacional.**

Subitem	Avaliação	Peso	Valor
Aspecto geral	Bom	4	4
	Ruim	0	
Ocorrência de lixo descoberto	Não	4	4
	Sim	0	
Recobrimento do lixo	Adequado	4	4
	Inadequado	1	
	Inexistente	0	
Presença de urubus ou gaivotas	Não	1	1
	Sim	0	
Presença de moscas em grandes quantidades	Não	2	2
	Sim	0	
Presença de catadores	Não	3	3
	Sim	0	
Criação de animais	Não	3	3
	Sim	0	
Descarga de resíduos de serviços de saúde	Não	3	3
	Sim	0	
Descarga de resíduos industriais	Não/adequado	4	4
	Sim/inadequado	0	
Funcionamento de drenagem pluvial definitiva	Bom	2	2
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Funcionamento de drenagem provisória	Bom	2	2
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Funcionamento de drenagem do chorume	Bom	3	3
	Regular	2	
	Inexistente	0	
Funcionamento do sistema de tratamento do chorume	Bom	5	5
	Regular	2	
	Inexistente	0	
Funcionamento do sistema de monitoramento das águas subterrâneas	Bom	2	2
	Regular	1	
	Inexistente	0	
Eficiência da equipe de vigilantes	Bom	1	1
	Ruim	0	
Manutenção dos acessos internos	Boa	2	2
	Regular	1	
	Inexistente	0	
<b>Subtotal CO</b>			<b>45</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: CO = Condição Operacional.

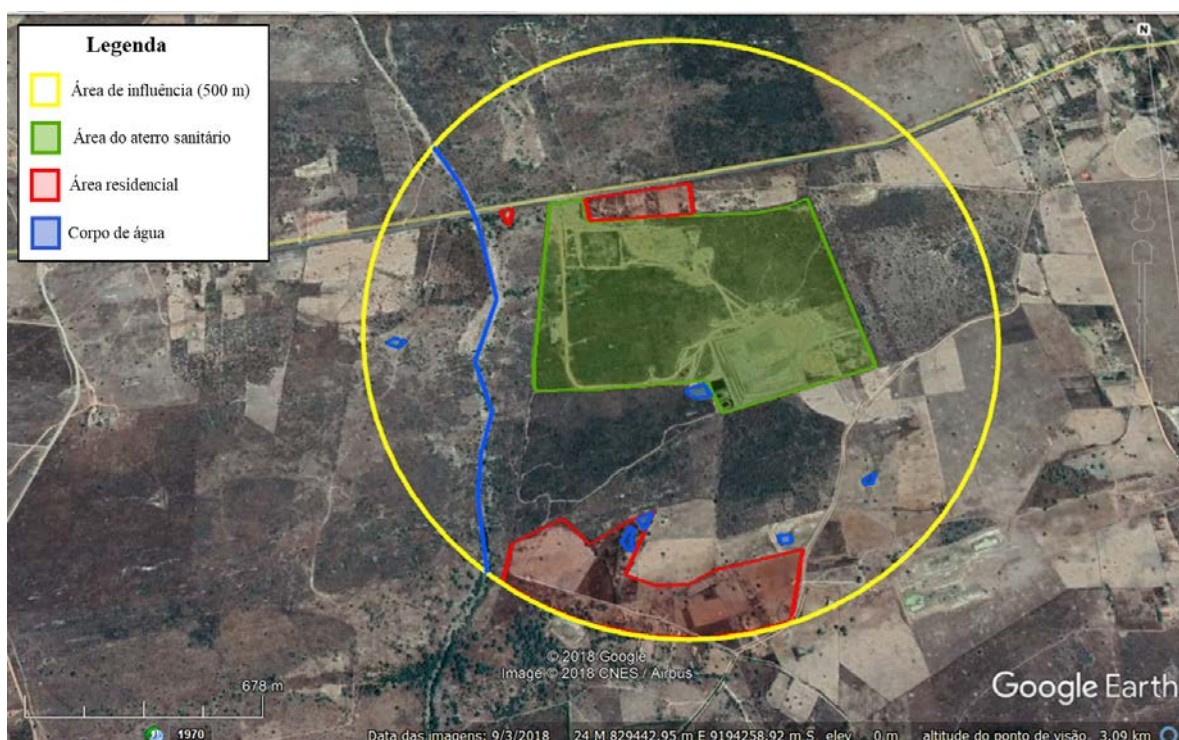
No macroconjunto das *Condição Sanitária*, o somatório foi equivalente a 23 pontos, visto que os critérios de proximidade de núcleos habitacionais e corpos de água, permeabilidade do solo e disponibilidade de material para recobrimento não atenderam nem parcialmente as exigências estabelecidas pelo índice. Enquanto que nos macroconjuntos das *Condição Ambiental e Operacional*, o somatório foi de 45 pontos, ou seja, alcançaram a pontuação máxima dos macroconjuntos, atendendo a todos os critérios estabelecidos no método.



Sendo assim, ao calcular o IQR, foi obtido um valor de 8,69 para a qualidade do aterro sanitário em análise, o que permite categorizar o aterro como de condições adequadas de funcionamento, apresentando apenas problemas na situação sanitária, referente a localização de implantação do aterro.

## DISCUSSÃO

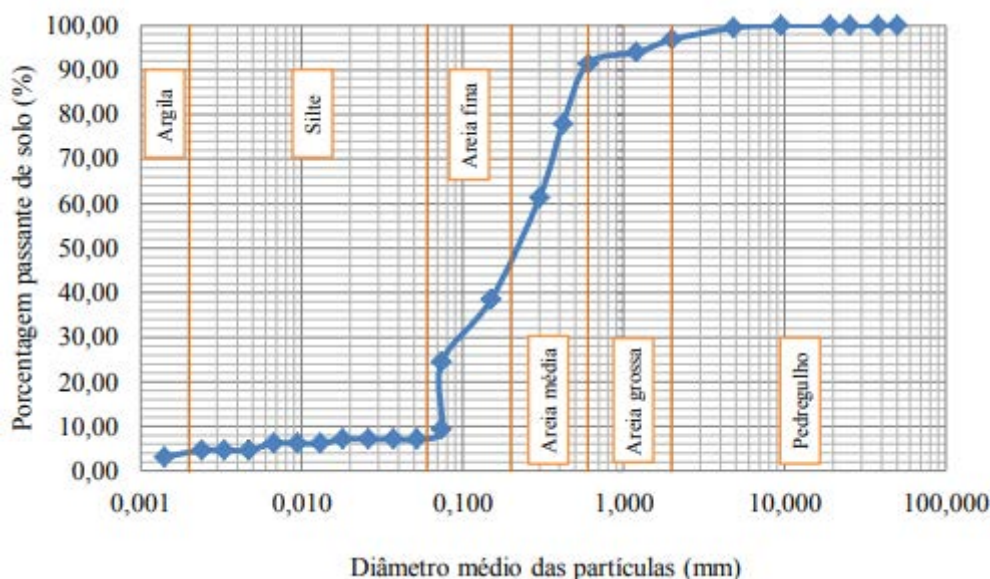
Ao analisar o macroconjunto da *Condição Sanitária* é possível verificar que os critérios proximidade de núcleos habitacionais, proximidade de corpos de água, permeabilidade do solo e disponibilidade de material para recobrimento não foram atendidos em sua totalidade, diminuindo o valor do índice, de maneira que o total do somatório deste macroconjunto foi de 23 pontos. Neste sentido, existem núcleos habitacionais com menos de 500 m da área do aterro, inclusive vizinho a este, que é um item de grande relevância visto que é insalubre residir próximo a um local em que funciona um aterro sanitário; condição semelhante é encontrada em relação aos corpos de água, que possuem distâncias menores que 200 m, o que pode ocasionar na contaminação dos mesmos. A distribuição das zonas residenciais e corpos de água, dentro da área de influência com raio de 500 m do aterro sanitário é apresentada na Figura 3.



**Figura 3 – Áreas residenciais e corpos de água da área de influência direta do aterro sanitário.**

Fonte: Adaptado Google (2018).

Quanto a permeabilidade do solo, essa foi classificada como alta, pois de acordo com Silva (2017), o ensaio de granulometria realizado (Figura 4) permite classificar o solo natural daquele local como uma areia argilosa mal graduada, com quantidade de finos variando de 5% a 12%, caracterizando-o como um solo granular. Devido ao fato de ser mal graduado há muitos vazios entre os grãos que o compõe, conferindo a esse solo alta permeabilidade, inadequado para um solo de base de aterro. Caso não houvesse uma correção no solo de base, corria-se o risco de haver percolação do chorume das células, contaminando o solo e o lençol freático, causando um sério impacto ambiental. Como forma de adequar o solo de base à possibilidade de instalação do aterro sanitário, foi feito a correção do mesmo com bentonita (solo predominantemente argiloso) numa proporção de 20% (SILVA, 2017), conferindo assim uma maior capacidade de retenção de água e garantindo ao solo um coeficiente de permeabilidade (Quadro 3) da ordem de  $10^{-7}$  m/s, passando a atender os critérios da NBR 13.896/1997.



**Figura 4: Curva de distribuição granulométrica do solo natural do aterro sanitário.**  
 Fonte: Silva (2017).

**Quadro 3: Coeficiente de permeabilidade máximo para material de cobertura do aterro.**

Referência	Coeficiente de permeabilidade à água a 20°C (m/s)
CETESB (1993)	$1 \times 10^{-9}$
NBR 13896 (1997)	$1 \times 10^{-8}$

Fonte: Silva (2017).

O material destinado para cobrir as camadas das células do aterro sanitário é oriundo de desassoreamento de barragens próximas ao aterro (ARAÚJO, 2017), não havendo nenhuma disponibilidade dentro de sua área, o que é um fator que contribui negativamente para a composição do índice. Caso venha a acabar o material de recobrimento acumulado, e não se disponha de uma nova fonte de material, ocorrerá que o resíduo disposto no aterro ficará descoberto, ocasionando o aparecimento de insetos, urubus e demais animais indesejados, comprometendo a proposta de funcionamento ambientalmente adequado do aterro. Logo, o responsável pelo funcionamento necessita acumular o material em área específica para uso posterior. Mesmo não tendo uma única jazida de solo que permita que o recobrimento seja feito com um material homogêneo, a qualidade desse material em linhas gerais é considerada boa, visto que dentre vários parâmetros analisados por Araújo (2017), a maioria se apresenta dentro dos padrões estabelecidos, a exemplo da permeabilidade a água que não deve ser superior a  $10^{-8}$  m/s de acordo com NBR 13.896 (ABNT, 1997); e análise granulométrica que de acordo com a CETESB (1993) deve possuir mais de 30% de finos e o solo apresenta 42% de argila.

Em relação aos demais critérios da *Condição Sanitária*, a capacidade de suporte do solo é adequada, pois possui poucos finos, não tem características expansiva e com poucos metros de escavação se encontra rocha (SILVA, 2017). Por sua vez, a profundidade do lençol freático é maior que 20 m, segundo relatório de sondagem anexado ao projeto, contribuindo positivamente para o valor do IQR. Neste mesmo relatório, é apresentado a legislação municipal e ambiental, provando que a área de instalação do aterro é adequada, pois está fora do perímetro urbano e com distância suficiente para outros empreendimentos. Com base na visita técnica, foi possível verificar que o acesso ao aterro se dá pela rodovia PB-138, que é toda pavimentada em asfalto e está em boas condições, possuindo sinalização para orientar os motoristas da presença do aterro, também foi verificado que toda a área do aterro é cercada por estacas de concreto e arame farpado, impedindo a entrada de pessoas não autorizadas e animais, enquanto que as células de disposição dos resíduos são localizadas na parte interna da área, portanto, garantindo um isolamento visual daquele ambiente.

O segundo macroconjunto é referente a *Condição Ambiental*, este alcançou pontuação máxima, 45 pontos, pois no aterro sanitário foi instalada toda a infraestrutura necessária para manter as condições ambientais. Sendo assim, o aterro sanitário é todo cercado, com presença de vigilantes, o único acesso é através de guarita



e os resíduos que chegam são avaliados para verificar a adequabilidade do tipo de resíduo, bem como realizar registro e pesagem. Os acessos internos são todos em boas condições, apesar de não serem pavimentados o responsável pelo aterro relatou que nunca houve problemas após precipitação.

O sistema de drenagem pluvial provisório é feito através de tubos plásticos e encaminhado para lagoa fora dos limites do aterro, enquanto que a drenagem do lixiviado, como verificado durante a visita técnica e como consta em projeto, é feita através da distribuição de tubos em espinha de peixe, conduzindo o mesmo para uma lagoa de evaporação para tratamento. Os drenos são constituídos de tubos perfurados de concreto coberto com camada de brita e em cada célula são utilizados nove drenos. O sistema de drenagem de lixiviado seguiu as especificações do projeto e funciona efetivamente segundo responsável técnico pelo aterro, pois não há acúmulo do chorume nas células, com o líquido chegando e sua totalidade na lagoa de evaporação, que tem sua base impermeabilizada para evitar que o mesmo infiltre no solo. Vale a pena destacar que esses sistemas nunca passaram por momentos de grande pluviosidade, pois desde que o aterro foi instalado a região está em período de seca, logo ainda não se sabe se ambos são suficientes. Contudo, existe um planejamento de emergência, em que se houver grande vazão para a lagoa de evaporação, um carro-pipa disponível retirará o líquido excedente e retornará as células.

A drenagem de águas pluviais definitiva é realizada através de canaletas pré-moldadas de concreto, toda água drenada é direcionada para lagoa anteriormente citada, localizada fora dos limites do aterro sanitário, e que é utilizada para a coleta de amostras no monitoramento dos impactos ambientais que o aterro proporciona. Na área do aterro, sempre está disponível máquinas pesadas, dentre as quais se tem trator de esteira, responsável por espalhar os resíduos nas células; caminhão caçamba, com a finalidade de ir buscar o material de recobrimento das células; caminhão pipa, responsável pela recirculação do lixiviado na célula em caso de vertimento; máquina motoniveladora, responsável pela manutenção dos acessos internos do aterro sanitário, incluindo as estradas que interligam os laboratórios, escritório e células de disposição.

Na entrada do aterro sanitário há uma guarita e um vigilante para cada turno, controlando e registrando o acesso de pessoas, equipamentos e resíduos ao local, no recebimento de cargas, há uma balança, onde é aferido o peso de cada caminhão que irá dispor os resíduos no aterro. Além disso, o aterro possui impermeabilização de base, com manta geotêxtil, impedindo a percolação do lixiviado no solo de base e evitando a contaminação do solo e do lençol freático. A drenagem dos gases ocorre em sistema de manilhas perfuradas, lançando os gases drenados na atmosfera sem nenhuma espécie de tratamento, pois a equipe responsável aguarda chegada de equipamento para transporte e purificação desses gases, a fim de utilizá-lo posteriormente como combustível da frota de carros de pequeno porte disponível no aterro. O monitoramento das atividades do aterro é executado por pesquisadores da Universidade Federal de Campina Grande, em que além de avaliar as águas subterrâneas e superficiais, também analisa os gases gerados e o recalque das células. E todas as condições de instalação e operação estão em harmonia com o estabelecido em projeto.

Por fim, a *Condição Operacional* também foi totalmente atendida, pontuando 45 pontos. Neste caso, o aspecto geral do aterro é bom, com recobrimento do resíduo adequado e limpeza diária dos resíduos espalhados, não há presença de urubus, gaivotas, moscas em grandes quantidades ou outros animais, além de não haver catadores e recebimento de resíduos de serviço de saúde ou industrial. Até então, os sistemas de drenagem e tratamento de chorume e águas pluviais vem sendo suficientes, assim como o monitoramento das águas subterrâneas, dos acessos internos e da vigilância, que é contínua.

Vale a pena ressaltar que apesar do sistema de drenagem dos gases do aterro de Campina Grande funcionar perfeitamente, ainda não há sistema de tratamento para esses gases, inserindo gases do efeito estufa na atmosfera e de forma local proporcionando odor na área de instalação das células. Contudo, essa condição não influenciou o valor do IQR, pois esses critérios não são levados em consideração pela metodologia da CETESB (1993). Logo, deve-se destacar que a falta de um critério de avaliação para tratamento dos gases, pelo método apresentado pela CETESB (1993) é uma fragilidade do IQR.

Ao calcular o IQR foi obtido o valor de 8,69, classificando o aterro estudado como de condições adequadas. Contudo, vale a pena ressaltar que apenas o macroconjunto das *Condições Sanitárias* não atendeu totalmente os critérios do IQR em aspectos relacionados a situação natural do terreno, indicando que o local selecionado para instalação do aterro possui alguns riscos de contaminação do ambiente, mas todas as medidas mitigadoras

para minimizar esses possíveis impactos foram tomados, uma vez que as *Condições Ambientais e Operacionais* foram atendidas em sua totalidade.

Sendo assim, é possível verificar a adequação do IQR na representação do aterro sanitário em estudo, pois o mesmo possui praticamente toda infraestrutura necessária ao funcionamento ambientalmente correto de um empreendimento dessa natureza, exceto pela ausência de tratamento de gases. De maneira a poder ser considerado como de condições adequadas de funcionamento.

## CONCLUSÃO

O valor obtido para o IQR foi de 8,69, valor próximo ao máximo e que permite classificar o aterro sanitário como de condições adequadas de funcionamento, isso mostra que mesmo com algumas falhas relacionadas a localização, o aterro sanitário é bem gerido e possui medidas de controle suficientes, portanto o risco de causar danos ao meio ambiente é provavelmente baixo.

O índice que foi utilizado como ferramenta de avaliação do aterro sanitário apresenta resultados bastante próximos da realidade, pois apesar de haver falhas relacionadas a proximidade a núcleos habitacionais e corpos de água, permeabilidade do solo e disponibilidade de material para recobrimento, há medidas mitigadoras capazes de minimizar esses problemas e todos os demais gerados pela atividade do aterro. Sendo assim, o IQR foi adequado a condição do aterro sanitário localizado em Campina Grande – PB, apesar de condições como o tratamento dos gases não ser levado em consideração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13.896*. Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
2. ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2016*. São Paulo: ABRELPE, 2016.
3. ARAUJO, P. S. *Análise do desempenho de um solo compactado utilizado na camada de cobertura de um aterro sanitário*. Campina Grande: UFCG, 2017. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2017.
4. BRASIL. *Lei Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2010.
5. CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Resíduos Sólidos Industriais*. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1993.
6. GODECKE, M. V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J. A. S. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. v. 8, n. 8, p.1700-1712, 11 jan. 2013.
7. GOOGLE. *GOOGLE EARTH PRO*. Imagens do ano de 2018. Acesso em: 20 de Outubro de 2018.
8. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *População residente enviada ao Tribunal de Contas da União - 2001-2016*. 2016. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/serie\\_2001\\_2016\\_tcu.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/serie_2001_2016_tcu.shtm)>. Acesso em: 28 de março de 2019.
9. MONTEIRO, J. H. P. *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
10. ROSSI, P.; MELLO, G. *Choque recessivo e a maior crise da história: a economia brasileira em marcha à ré*. Campinas: Centro de Estudos de Conjuntura e Política Econômica, 2017.
11. SILVA, T. F. *Estudo de mistura de solos para impermeabilização eficiente de camada de base de aterros sanitários*. Campina Grande: UFCG, 2017. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2017.