

# A ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ-PR

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL FEASIBILITY OF THE IMPLANTATION OF A SANITARY LAND IN THE MUNICIPALITY OF MARINGÁ-PR

HUGO GABRIEL FERNANDES VIOTTO<sup>1</sup>, BRUNO VINÍCIUS TEIXEIRA DA SILVA<sup>1</sup>, RICARDO MASSULO ALBERTIN<sup>2\*</sup>

1. Acadêmico do decimo semestre do curso de Engenharia Civil pela instituição de ensino Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional – FEITEP, Maringá-PR; 2. Professor Doutor, da Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional – FEITEP, Maringá-PR.

\* Avenida Paranaíba, 1164, Parque Industrial Bandeirantes, Maringá, Paraná, Brasil. CEP: 87070-130. [prof.ricardo@feitep.edu.br](mailto:prof.ricardo@feitep.edu.br)

Recebido em 12/01/2018. Aceito para publicação em 29/01/2018

## RESUMO

Em todo o Brasil a disposição final de resíduos sólidos é um problema, e que, se agrava ainda mais devido ao crescimento populacional, consequentemente também, o aumento da produção do lixo urbano. Para isso, o intuito da pesquisa é analisar de maneira social e ambiental 3 áreas pré-determinadas que possam vir a abrigar um aterro sanitário em Maringá-PR, para que, posteriormente seja possível comparar a área que melhor se enquadra com as normas e diretrizes que regem um aterro sanitário com o atual sistema de disposição final de resíduos sólidos município. Como resultado foi possível observar que às áreas pré-estabelecidas apresentaram características socioambientais semelhantes, divergindo-se principalmente em quesitos como proximidade de aeroportos e infraestrutura da via de acesso. Não somente, foi possível identificar aspectos negativos do atual sistema de destinação final, de resíduos sólidos do município, em que determinados aspectos não cumpriam diretrizes estabelecidos por normas, caracterizando-o como defasado e inviável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aterro sanitário, viabilidade socioambiental, disposição final de resíduos sólidos.

## ABSTRACT

Throughout Brazil, the final disposal of solid wastes is a problem, which is further aggravated by population growth and, consequently, an increase in the production of urban waste. For this, the aim of the research is to analyze in a social and environmental way 3 predetermined areas that may be home to a sanitary landfill in Maringá-PR, so that later it is possible to compare the area that best fits with the rules and guidelines which govern a landfill with the current final disposal system of municipal solid waste. As a result, it was possible to observe that the pre-established areas presented similar socio-environmental characteristics, differing mainly in questions such as proximity to airports and infrastructure of the access road, not only, it was possible to identify negative aspects of the current system of final disposal of solid wastes of the municipality, in which certain aspects did not comply with guidelines established by norms, characterizing it as outdated and unfeasible.

**KEYWORDS:** Landfill, socio-environmental feasibility, final disposal of solid waste.

## 1. INTRODUÇÃO

A disposição final dos resíduos sólidos no Brasil é algo alarmante, onde, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE)<sup>2</sup> cerca de apenas 58,4% dos municípios utilizam o aterro sanitário, grande parcela dos demais alocam seus resíduos em locais a céu aberto, proximidades de cursos d'água e também em regiões protegidas por órgãos ambientais. A presença de catadores de lixo, dentre eles crianças, se torna algo comum nestes locais, devido a sua fácil exposição e falta de fiscalização<sup>2</sup>.

Dentro desta perspectiva para o século XXI, é notória a evolução industrial e populacional em todo o globo terrestre desde a primeira revolução industrial. Em Maringá – PR não é diferente, no ano de 2010, a população constatada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>3</sup> foi de 357.077 habitantes, seis anos após, pelo mesmo órgão de pesquisa, foram contabilizados 403.063, ou seja, o município neste intervalo de tempo ganhou 45.986 novos moradores.

Acompanhado este crescimento populacional, é possível constatar o aumento de lixo urbano, saltando de uma média de 325ton./dia no ano de 2009 para 360 ton./dia no ano de 2016, constatando uma produção per capita média de 0,88 Kg/hab./dia<sup>4</sup>.

Em virtude dos fatos mencionados, uma gestão adequada de RSU acarreta em diversos fatores positivos, desde a redução de agentes biológicos patogênicos até mesmo impactos na economia mundial, no qual, toda atividade que movimenta matéria prima a geração de resíduos é inevitável, e para o mesmo existe a necessidade de uma destinação final adequada, de forma a zelar a saúde pública e a qualidade do ambiente em que se encontra<sup>5</sup>.

Para Conde, Stachiw e Ferreira (2014)<sup>6</sup> a implantação de um aterro sanitário proporciona inúmeras vanta-

gens, uma delas é a viabilidade econômica perante as demais formas de destinação. Outro aspecto importante a ser levantado dentre as vantagens refere-se a sua capacidade de absorção diária de RS, proporcionando condições para decomposição biológica de toda matéria orgânica nele presente.

Logo, o presente trabalho foi motivado pela suma importância de realizar estudos referentes a viabilidade da implantação de um aterro sanitário no município citado, em que, cada vez mais se faz necessário a evolução de métodos de manejo e disposição de resíduos sólidos mais eficientes e que sigam parâmetros ambientalmente corretos, divergindo do atual sistema de gestão de lixo urbano existente em Maringá – Pr, sendo o aterro controlado uma forma defasada de disposição final para RS.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia da pesquisa consiste na avaliação de 3 áreas pré-determinadas, no qual, o único critério para escolha das mesmas está relacionado com a dimensão do lote, em que, a configuração métrica do local é estabelecida por fatores indicados pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal-IBAM<sup>7</sup>, como, altura do aterro (20 metros), vida útil de operação (20 anos), proporção dos taludes (1:3) e área de operação do empreendimento equivalente a 80% do local.

Por fim, a pesquisa consiste na avaliação dos impactos ambientais gerados por um aterro sanitário em determinadas áreas no município de Maringá – Pr, de modo que, conclua-se qual região se adequa melhor para implantação do empreendimento, associando parâmetros ambientais e socioeconômicos.

Para realização desta etapa foram usadas como apoio tanto a norma NBR 13.896<sup>8</sup>, como relatórios de impactos ambientais, o uso dos softwares como o Google Earth Pro para disponibilização de imagens via satélite e também do programa Global Mapper.

A escolha da melhor área para implantação do empreendimento é dada através de um levantamento de dados relacionados a quesitos ambientais, sociais e econômicos, em que, cada critério terá a atribuição de uma nota ponderada baseado no quadro estipulado pelo Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PRO-SAB<sup>9</sup>, sendo assim possível realizar a melhor escolha da região e compará-la com o atual sistema de disposição final de resíduos sólidos no município afim de averiguar a viabilidade ou não da instalação de um aterro sanitário.

## 3. DESENVOLVIMENTO

### Política nacional dos resíduos sólidos

Visando determinar áreas para implantação de um aterro sanitário, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos desempenha um papel fundamental para que os órgãos públicos ou privados possam seguir parâmetros de

disposição e gerenciamento de resíduos sólidos de forma correta, seguindo as diretrizes contidas na lei n° 12.305 de agosto de 2010<sup>10</sup>.

Atualmente este código se aplica a todas as pessoas físicas e jurídicas de caráter público ou privadas geradoras de resíduos sólidos, e contempla uma soma de atividades que possam ocorrer de forma direta ou indireta, são elas: transporte, transbordo, tratamento e destinação final, no qual, cada etapa deve estar de acordo com parâmetros ambientalmente corretos e de acordo com o próprio plano municipal de gestão dos RS<sup>10</sup>.

### Lei 12.493: Princípios e critérios para disposição final de RS

Este regulamento elaborado no dia 22 de janeiro de 1999 contempla princípios, normas e critérios referente a gestão e disposição final dos resíduos sólidos no estado do Paraná, de modo a controlar e minimizar a poluição oriunda deste tipo de empreendimento e outros impactos ambientais por ele acarretado.

Vale ressaltar que a Lei 12.493/99 compreende resíduos sólido como sendo uma substância ou matéria de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição e outras atividades que possam vir a gerar poluição ambiental<sup>11</sup>.

### Resolução CEMA n° 094

Situando-se na Legislação Estadual do Paraná, CEMA 5n° 094, esta resolução estabelece padrões e diretrizes que partem desde o projeto inicial até o encerramento dos aterros sanitários, de modo a visar os impactos ambientais causados por este tipo de empreendimento<sup>12</sup>.

Em outras considerações, na presente resolução, a disposição final de forma ambientalmente correta contempla a gestão de resíduos sólidos urbanos, devendo atender padrões estabelecidos pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), sendo encontrado na Lei Estadual n° 12.493 de janeiro de 1999 os procedimentos adequados para geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos urbanos pertinentes ao estado do Paraná.

Neste mesmo artigo, são definidas as licenças necessárias para operação de um aterro sanitário, sendo elas, divididas em 3 categorias, tais licenças são elas, a Licença Prévia, a Licença de Instalação e por fim a Licença de Operação. Não apenas, o Conselho Estadual do Meio Ambiente fornece metodologias que facilitam à análise da viabilidade ambiental de um empreendimento, como o Relatório de Impactos Ambientais (RIMA), o Relatório Ambiental Preliminar (RAP), o Plano de Controle Ambiental (PCA), dentre outros.

### Critérios mínimos para instalação de um aterro sanitário

De acordo com a Resolução CEMA n° 094<sup>12</sup>, existem

critérios mínimos que os aterros sanitários devem respeitar, desde parâmetros que visam a proteção de cursos hídricos, da população que vive nas proximidades do local e também é estipulado padrões que garantam a segurança de outros empreendimentos, como é o caso da distância mínima de aeroportos, assim temos:

**Tabela 1.** Distância necessárias para operação de um aterro sanitário

Distâncias estabelecidas de acordo com a resolução CEMA n° 094	
Local	Distância
Corpo hídricos	200 metros
Edificações isoladas	300 metros
Aeródromos	13000 metros
Núcleos habitacionais	1500 metros

**Fonte:** Conselho Estadual do Meio Ambiente - CEMA

Dentre outros critérios importantes que um aterro deverá seguir, podemos citar também a obrigatoriedade de haver poços de monitoramento de águas subterrâneas, mais especificadamente, 2 à jusante e 2 à montante.

#### Diretrizes para encerramento do aterro sanitário

Devido a este tipo de empreendimento possuir viável, diretrizes deverão ser adotadas para seu encerramento, em que, o monitoramento das águas subterrâneas é um quesito primordial a ser observado, no qual, seu monitoramento deverá ser estendido por um período de 20 anos após o fechamento do aterro, segundo a própria norma NBR 13.896/1997<sup>13</sup>.

Contudo, para o sistema de drenagem, mecanismo que pode causar grandes danos ao meio ambiente em caso de ruptura, o mesmo deverá ser inspecionado até o seu tempo final de operação, o mesmo critério funciona para o sistema de coleta de gases.

## 4. RESULTADOS

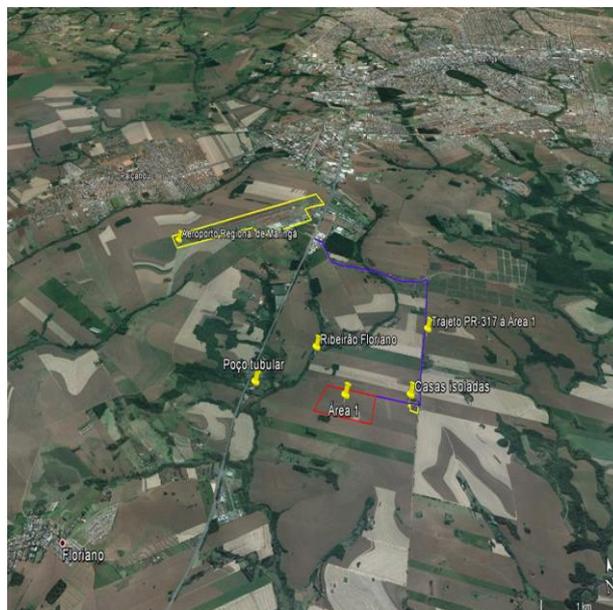
### Caracterização Área 1

Inicialmente, a Área 1 se encontra na latitude 23°30'58" ao sul e longitude de 52°0'34" ao oeste, estando a 431 metros acima do nível no mar e com uma área de 38,4 ha, superando os 20,16 ha necessários para o empreendimento (GEP, 2017)<sup>14</sup>.

Analisando a Imagem 7 é notório que a Área 1 se encontra a uma distância considerável dos centros urbanos, seja ele Maringá, ora mesmo Paiçandu, sendo este um fator relevante para implantação do aterro sanitário. Sendo mais específico, tal local se encontra a 3000 metros do primeiro núcleo habitacional, este o Distrito de Floriano, pertencente a Maringá, obedecendo então os 1500 metros estabelecidos pela CEMA n° 094<sup>12</sup>.

Não somente, foi possível identificar no local a passagem de um córrego em suas proximidades, este o Ribeirão Floriano, localizado a uma distância de 470,6

metros do perímetro da Área 1, superando os 200 metros estabelecidos também pela CEMA n° 094<sup>12</sup>.



**Figura 1.** Localização da Área 1 em relação ao espaço ao seu redor e à Maringá-PR. **Fonte:** Google Earth Pro<sup>18</sup>.

Referente as edificações isoladas também foram identificadas casas ao redor do perímetro da região escolhida, em que, observando a Figura 1 é possível identificar pequenas construções a direita do local delimitado, estando a 485,6 metros do referido lote, ou seja, distância que supera os 300 metros estabelecidos pelo CEMA n° 094<sup>12</sup>.

Quanto a distância do Aeroporto Regional de Maringá, o mesmo localiza-se precisamente a 3460 metros do local escolhido, contudo, a resolução CONAMA 004/95<sup>15</sup> caracteriza em seu artigo 1° um raio de 13 a 15 km como parâmetro de segurança para operação de voo, no qual, a implantação de um aterro sanitário é levada em conta como foco de atração de pássaros, tal fator, pode impossibilitar a área 1 para implantação de um aterro sanitário.



**Figura 2.** Estrada de acesso à Área 1 - Estrada Pinguim. **Fonte:** Marrega, 2010<sup>16</sup>.

O acesso para a Área 1 pode ocorrer por dois trajetos, no qual, o primeiro se dá pelo acesso via Avenida Pin-

guim, tal acesso por sua vez é asfaltado e possui uma extensão total de 7175 metros, ligando a Rodovia PR-317 ao local estudado, já o segundo, ocorre através da Avenida Ângelo Bortolotto, com acesso também na PR-317, contudo, sua distância total é de 7310 metros do destino final.

Quanto a inclinação do terreno, segundo dados obtidos na ferramenta Global Mapper, a altitude no terreno varia de 426 metros a 462 metros ao longo de sua área, uma diferença de cotas de 36 metros de altitude, proporcionando uma inclinação máxima de 7,1% e uma inclinação média ao longo do percurso de 3,7%, ou seja, o terreno proporciona condições ideais para implantação de um aterro sanitário conforme indica a NBR 13.896/1997<sup>13</sup>.

No quesito profundidade do lençol freático, através do Sistema de Informações de Águas subterrâneas (SI-AGAS)<sup>17</sup> foi possível constatar todos os poços artesianos nas proximidades das áreas pré-estabelecidas para implantação de um aterro sanitário, e, conforme estabelecido na norma NBR 13.895 de 1997 é necessário a existência de 4 poços no local do empreendimento, sendo 2 à jusante e 2 à montante, fator que facilitaria para que futuramente possa ser realizado coletas de amostragem das águas subterrâneas de modo a verificar sua qualidade durante a vida útil do aterro<sup>13</sup>.

O mesmo sistema de informações, SIAGAS<sup>17</sup>, também fornece dados inertes a geologia do local, no qual, à Área 1 possui um solo caracterizado como sendo residual siltico- argiloso, o mesmo se estende em uma faixa de 8 metros de profundidade para que, posteriormente, o mesmo apresente constituição de rocha basáltica, logo para implantação de um aterro, a tipologia geológica apresenta boas condições para promover impermeabilização no local.

**Tabela 2.** Resultados obtidos referentes à Área 1.

Critérios	Índice	Resultados	Observações
Inclinação terreno	%	3,7	426m à 462m
Dist. edif. Isolada	Metros	485,6	-
Dist. núcleo habit.	Metros	3000	Dist. Floriano
Dist. corpo hídrico	Metros	470,6	Rib. Maringá
Dist. Aeroporto	Metros	3460	Infringe a norma
Área do lote	Hectare	38,4	-
Prof. lençol freático	Metros	30,48	SIAGAS
Caract. Do solo	Tipo	Siltico-arg.	SIAGAS
Dist. via rodov.	Metros	7175	PR-317
Acesso veíc. pesado	Infra	Asfalto	-
Uso ocup. do solo	Tipo	Agrícola	-

Fonte: O autor.

### Caracterização Área 2

A área 2 está localizada no extremo oposto em relação a primeira área analisada, mais precisamente na latitude 23°21' 0.01" ao sul e longitude de 51°58' 22.40" ao oeste, com uma altitude de 458 metros acima do nível do mar, seu acesso principal ocorre pela rodovia 376, sentido Mandaguçu (GEP, 2017)<sup>14</sup>.



**Figura 3.** Localização da Área 2 em relação ao espaço ao seu redor e à Maringá-PR. Fonte: Google Earth Pro<sup>18</sup>.

O local possui uma área de 29,6 hectares, superior aos 20,16 hectares necessários para implantação do aterro sanitário, porém com dimensões inferiores a Área 1, esta com 38,4 hectares.

Um ponto importante a ser observado em relação à Área 2 é referente a proximidade com a Estação de Tratamento de Esgotos de Maringá, separados apenas pelo Ribeirão Maringá, podendo este ser um ponto negativo, logo que, a região estaria sobrecarregada, seja através de odores intensos, ou até mesmo por meio da poluição visual.

Quanto a distância do Ribeirão Maringá, o local 2 se encontra a 860 metros, do corpo hídrico, distância considerável, e que caso futuramente haja necessidade de expansão do empreendimento, o mesmo seria possível, logo que ainda há uma grande parcela de terreno que possa ser usada respeitando os 200 metros estabelecidos por norma, vale citar também que, o local pretendido apresenta uso ocupacional do solo com características agrícolas.



**Figura 4.** Uso ocupacional do solo da Área 2. Fonte: Marega, 2012<sup>19</sup>.

Quanto a distância de edificações, o local 2 está afastado de conjuntos habitacionais e também de casas isoladas, no qual, a residência mais próxima se encontra a 505 metros do seu perímetro, distância totalmente

compreendida na CEMA n° 094<sup>12</sup>. O conjunto habitacional mais próximo da Área 2 é o Loteamento Bela Vista, estando a 1900 metros do local em linha reta, estando também dentro dos parâmetros aceitáveis por norma.

A mesma resolução citada acima ainda prevê uma distância mínima que o empreendimento deverá estar de aeródromos, porém neste caso o mesmo se encontra distante o suficiente do local, estando a 13.427 metros de distância, de modo que o mesmo seja desprezível para o bom funcionamento do aterro sanitário, não havendo maiores interferências.

No que tange pontos de acesso, a Área 2 sai em desvantagem perante a Área 1, no qual, através de imagens obtidas no Google Earth<sup>18</sup> é possível notar que a estrada que passa em frente ao lote não possui pavimentação asfáltica, sendo apenas uma terra batida e compactada, e que, o grande fluxo de caminhões causará o levantamento de partículas granulares do solo, podendo afetar vizinhanças ao longo do trajeto, outros veículos e até mesmo pessoas que por ali trafegam.



Figura 5. Estrada de acesso à Área 2. Fonte: Marega, 2011<sup>20</sup>.

No que diz respeito ao declive do terreno, o mesmo possui inclinação média de 2,8%, bem como a Área 1, a topografia deste terreno apresenta boa regularidade ao longo de sua extensão, no qual, a cota máxima do local é de 528 metros, enquanto o ponto mais baixo é igual a 549 metros de altitude, corroborando para operação do aterro, seja através do escoamento das águas pluviais, ora mesmo pela locomoção de caminhões no interior do lote.

No quesito lençol freático, bem como para análise da profundidade do lençol freático da Área 1, foi utilizado com ferramenta de busca o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS)<sup>17</sup>, no qual, o mesmo indica que não existem poços registrados no interior da Área 2, contudo, existem poços em suas mediações, sendo mais específico, tais poços artesianos registrados se encontram na Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

Tais poços artesianos estão à 417,64 metros de altitude em relação ao nível do mar, enquanto a cota menos elevada da Área 2 encontra-se à 458m acima do mesmo,

levando então, a possibilidade de encontrar o lençol freático em uma profundidade bem acima de 5m, sendo seu nível estático igual a 17m, somando então, como um aspecto positivo, devido à dificuldade de contaminação do lençol freático através da percolação de chorume no interior do solo até o encontro de águas subterrâneas.

Para o último quesito a ser verificado para Área 2, foi constatado uma camada de 9m de solo siltico-argiloso vermelho, composto por fragmentos de rocha basáltica, e logo após mais 9m, é possível encontrar uma camada extensa de basalto cinza escuro, e que, no quesito impermeabilização, seria de grande valia uma quantidade formidável de argila, em que, para realização da cobertura periódica das células será necessário o recobrimento das mesmas com esta tipologia de solo.

Tabela 03. Resultados obtidos referentes à Área 2.

Critérios	Índice	Resultados	Observações
Inclinação terreno	%	2,8	-
Dist. edif. Isolada	Metros	505	-
Dist. núcleo habit.	Metros	1900	Lot. Bela Vista
Dist. corpo hídrico	Metros	860	Rib. Maringá
Dist. Aeroporto	Metros	13427	-
Área do lote	Hectare	29,6	-
Prof. lençol freático	Metros	17	Prof. capit. 76m
Caract. Do solo	Tipo	Siltico-arg.	SIAGAS
Dist. via rodov.	Metros	6278	BR-376
Acesso veíc. pesado	Infra	Sem infra	-
Uso ocup. do solo	Tipo	Agrícola	-

Fonte: O autor.

### Caracterização Área 3

Por fim, a terceira área a ser estudada localiza-se na latitude de 23°20'46.70" ao sul e longitude igual a 51°55'28.76" ao oeste, pouco distante da Área 2, não somente, sua altitude em relação ao nível do mar é de aproximadamente 424 metros. Sua área é de 26,4 hectares, medida próxima do mínimo requerido por cálculos, seu principal acesso ocorre por meio da Rodovia BR-376, fator de grande valia, logo que, tal via possui uma ótima infraestrutura (GEP, 2017)<sup>14</sup>.

Referente a distância dos centros urbanos, a Área 3 encontra-se a 1525 metros do Parque Industrial, bairro que contém tanto casas residenciais como algumas indústrias de pequeno à médio porte. Tal distância pode ser ainda maior quando levado em conta a zona periférica, em que, a distância do terreno do empreendimento se encontra a 2176 metros do Portal das Torres.

Quanto a casas isoladas, a área está localizada dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CEMA n° 094<sup>12</sup>, estando a 330 metros da residência mais próxima, não somente, o mesmo se enquadra na distância de corpos hídricos estabelecidas pela mesma resolução, mais precisamente, a 402 metros do Ribeirão Maringá, córrego que também circunda a Área 2.

No aspecto uso ocupacional do solo, assim como as duas outras regiões escolhidas para implantação do empreendimento, esta possui finalidades agrícolas. Tendo

em vista este fator, consideraremos esta condição como um fator positivo, logo que, não haverá tamanhas alterações no quesito fauna e flora, contudo deve haver atenção com a mata nativa que beira o Ribeirão Maringá, seguindo requisitos que garantam sua preservação.



**Figura 6.** Uso ocupacional do solo da Área 3. **Fonte:** Siscati,2010<sup>21</sup>.

Analisando as vias de acesso, a chegada até ao lote para instalação do empreendimento não ocorre de forma dificultosa no quesito rota, em que, seu ingresso ocorre através da PR-317 por intermédio da BR-376, mais especificamente, após percorrer 367 metros na rodovia estadual até chegarmos a estrada de terra batida que possibilitará a chegada na Área 3 após percorrer 3.690 metros.

Tal via possui pavimentação irregular, tanto em suas curvas sinuosas, como na não linearidade de sua superfície ao longo do trecho, não apenas, sua estreita largura dificultaria a passagem de veículos grandes e carregados, sendo este, um ponto negativo para esta região de número 3.



**Figura 7.** Estrada de acesso à Área 3. **Fonte:** Marega,2012<sup>19</sup>.

Contudo, um dos pontos que contribuem positivamente a esta área é sua distância do aeroporto do município, no qual, o mesmo se encontra afastado 16.400 metros de seu perímetro, impossibilitando qualquer agravante com interferência em ambos empreendimentos,

seja através do acúmulo de ruído excessivo ora pela concentração de aves atraídas pelo odor em um aterro sanitário.

Quanto a inclinação do terreno, segundo dados obtidos na ferramenta Global Mapper, o terreno em análise possui uma inclinação máxima de 5,4%, atingida na cota 444 metros, e um declive médio da área de 2,1%, tais dados, refletem em um terreno bem uniforme quando equiparado as áreas anteriores, saindo em vantagem em relação a seus concorrentes no quesito relevo.

Por fim, analisando a profundidade do lençol freático nesta última região a ser estudada, seja por fins de proteção às águas subterrâneas ora pela coleta de amostras em caso de operação de um aterro sanitário no local conforme indica a NBR 13.895/1997<sup>22</sup>, seguindo dados do SIAGAS<sup>17</sup>, foi possível constatar um poço artesiano à 665 metros do perímetro da Área 3, no qual, o proprietário do mesmo não foi identificado.

Este poço encontra-se a 1259 metros do perímetro inicial da Área 3, estando a uma cota de exatos 426 metros acima do nível do mar, e à Área 3 localiza-se na cota 440 metros, ou seja, bem como nas áreas averiguadas anteriormente, existe a possibilidade do lençol freático se encontrar a uma profundidade superior à 5 metros.

Quanto às características geológicas da região, o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas indica que o local apresenta uma camada de 6 metros de solo argiloso, de tonalidade marrom escuro, e que, equiparado à Área 1 e Área 2, apresenta melhores características, logo que o mesmo é constituído basicamente de solo argiloso.

#### **Quadro 05.** Resultados obtidos referentes à Área 3

Crítérios	Índice	Resultados	Observações
Inclinação terreno	%	2,1	-
Dist. edif. Isolada	Metros	330	-
Dist. núcleo habit.	Metros	2176	Portaldas Torres
Dist. corpo hídrico	Metros	402	Ribeirão Maringá
Dist. Aeroporto	Metros	16400	-
Área do lote	Hectare	26,4	-
Prof. lençol freático	Metros	>5	Não cadastrado
Caract. Do solo	Tipo	Argiloso	Camada de 6m
Dist. via rodov.	Metros	3690	PR-317
Acesso veíc. pesado	Infra	Sem infra	-
Uso ocup. do solo	Tipo	Agrícola	-

**Fonte:** O autor.

#### **Verificação de viabilidade das áreas escolhidas**

Após discutir cada parâmetro técnico pertinente as várias que envolvem um aterro sanitário, à área que melhor se adequa para receber este empreendimento deriva do seguinte quadro 06 abaixo.

Através do seguinte quadro, onde após ser analisado 11 critérios técnicos, a área que melhor apresenta viabilidade socioambiental é a Área 2, esta que por sua vez obteve um somatório de notas equivalente a 74 pontos, estabelecendo sua superioridade em quesitos como distância de edificações isoladas, distância de corpos hídricos, empate técnico no quesito distância de núcleos ha-

bitacionais, empate técnico no parâmetro distância de aeroportos, menor distância de rodovias e por fim, empate técnico referente ao uso ocupacional do solo.

**Quadro 06.** Resultados obtidos referentes à Área 3

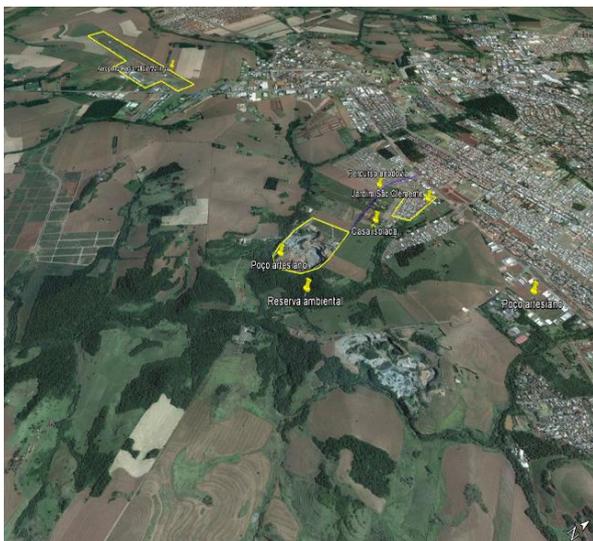
Critérios	Índice	Área 1		Área 2		Área 3	
		Nota	Condição	Nota	Condição	Nota	Condição
Relevo do terreno	Inclinação	10	Ótimo	10	Ótimo	10	Ótimo
Dist. edif. isolada	Metros	3	Ruim	3,2	Regular	1,5	Ruim
Dist. corpos hídricos	Metros	4	Regular	8	Bom	4	Regular
Dist. núcleos habit.	Metros	3,5	Regular	3,5	Regular	3,5	Regular
Dist. aeroporto	Metros	2	Ruim	10	Ótimo	10	Ótimo
Área do lote	Hectare	10	Ótimo	8,5	Bom	7	Bom
Prof. lençol freático	Metro	10	Ótimo	10	Ótimo	10	Ótimo
Característica do solo	Tipo	8	Bom	8	Bom	10	Ótimo
Dist. vias rodoviárias	Metro	0,6	Ruim	0,8	Ruim	1	Ruim
Acesso veíc. pesado	Infra	9	Ótimo	3	Regular	1,5	Ruim
Uso do solo	Tipo	9	Ótimo	9	Ótimo	9	Ótimo
Pontuação final		69,1		74		67,5	

Fonte: Quadro adaptado de PROSAB, 2003<sup>9</sup>.

Seus aspectos negativos estão relacionados com a distância da via rodoviária e também da precária estrada de acesso para o local do empreendimento, contudo, tal aspecto pode ser revertido de maneira simples, em que, através da regularização da pavimentação a locomoção dos caminhões seria facilitada.

### Caracterização do atual sistema de disposição de resíduos sólidos em Maringá-Pr

Conforme mencionado, a área sob domínio da Pedreira Ingá possui licença de funcionamento n° 24940 registrado como aterro sanitário pelo Instituto Ambiental do Paraná, com validade até a data de 14/11/2017, contudo, conforme informado pela Secretária Municipal de Serviços Públicos, a mesma opera sob condições de um aterro controlado.



**Figura 8.** Localização do aterro de Maringá em relação ao município.  
Fonte: Google Earth Pro, 2017.

No caso de Maringá, a empresa responsável pela rea-

lização desta atividade é denominada Pedreira Ingá, e localiza-se na latitude de 23°28' 16.43" ao Sul e longitude de 51°57' 24.38" ao Oeste, e, sua sede encontra-se na Estrada São José, no Jardim São Clemente.

Partindo aos aspectos técnicos, o mesmo possui uma área aproximada de 50,1 hectares, ou seja, mais do que suficiente para comportar a quantidade de resíduo sólido gerada no município, não somente, o mesmo apresenta medidas superiores quando comparado à Área 2, sendo um aspecto relevante, visando um ciclo de operação de longo prazo.

O aterro sob domínio da Pedreira Ingá, encontra-se a 399 metros do núcleo habitacional mais próximo, este no caso, o Jardim São Clemente, ou seja, não acatando os 1500 metros estabelecidos pela resolução CEMA n° 094<sup>12</sup>, critério fundamental para operação de um aterro sanitário.

Em relação a Área 2, área que obteve melhor avaliação dentre as 3 pretendidas, esta localiza-se a 1900 metros do núcleo habitacional mais próximo, ou seja, uma enorme discrepância quando equiparado ao Aterro Controlado, tendo este critério como fundamental para o bem-estar dos habitantes da região, excepcionalmente os moradores do Jardim São Clemente, contudo, no critério distância de residências isoladas o empreendimento respeita os 300 metros estabelecido pela resolução CEMA n° 094<sup>12</sup>.

Outro aspecto que conta negativamente para operação do aterro controlado do município é em face da proximidade com o Aeroporto Regional de Maringá, em que, o mesmo localiza-se aproximadamente a 4 Km de distância, e a concentração de pássaros nas proximidades do aterro é um fator maléfico para bom funcionamento dos voos, no qual, a possibilidade de colisão de aeronaves com aves é enorme, sendo um fator de risco para os passageiros e tripulantes deste meio de locomoção.

Visando o mapa topográfico do Aterro Controlado de Maringá, segundo dados obtidos na ferramenta Global Mapper, o mesmo apresenta uma altitude máxima de 486 metros em relação ao mar e cota mínima no terreno igual a 426 metros, o que proporciona ao terreno uma inclinação máxima de 16,2%, valor muito superior quando confrontado com à Área 2, tal ponto, pode ser negativo para locomoção de caminhões dentro do perímetro do local, logo que estes veículos estarão carregados e pesados para enfrentarem árduas subidas.

Quanto à acessibilidade do local, o mesmo ocorre de maneira facilitada, seja pelo curto trajeto do empreendimento até a rodovia, 1700 metros, ora mesmo pela qualidade da estrada de acesso, está por sua vez, constituída por uma boa infraestrutura.

Diferentemente das Áreas 1,2 e 3, o Aterro de Maringá após verificação no SIAGAS<sup>17</sup>, foi possível constatar a presença de um poço artesiano dentro de seu perímetro, contudo, poucas informações foram registradas

neste sistema de informação condizentes ao seu nível estático, sua profundidade de captação, diâmetro, sua capacidade de vazão e a cota em que o mesmo se encontra, então para caracterizar a profundidade do lençol freático do Aterro, foram levados em conta dados de um poço artesiano localizado a 1600 metros do local.

### Análise comparativa entre o atual local para disposição de resíduo sólido e à área 2

**Quadro 07.** Quadro comparativo entre à Área 2 e o Aterro de Maringá

Critérios	Índice	Área 2		Aterro de Maringá	
		Nota	Condição	Nota	Condição
Relevo do terreno	Inclinação	10	Ótimo	10	Ótimo
Dist. edif. isolada	Metros	3,2	Regular	3,2	Regular
Dist. corpos hídricos	Metros	8	Bom	8	Bom
Dist. núcleos habit.	Metros	3,5	Regular	3,5	Regular
Dist. aeroporto	Metros	10	Ótimo	3,5	Regular
Área do lote	Hectare	8,5	Bom	10	Ótimo
Prof. lençol freático	Metro	10	Ótimo	10	Ótimo
Característica do solo	Tipo	8	Bom	4,5	Regular
Dist. vias rodoviárias	Metro	0,8	Ruim	3	Regular
Acesso veíc. pesado	Infra	3	Regular	10	Ótimo
Uso do solo	Tipo	9	Ótimo	3	Regular
Pontuação final		74		68,4	

Fonte: Quadro adaptado de PROSAB, 2003<sup>9</sup>

## 5. DISCUSSÃO

Ao longo do estudo o grande intuito da pesquisa foi levantar aspectos técnicos que afirmassem o objetivo principal do trabalho, caracterizando 3 áreas com potencial ambiental, de modo a comparar com o atual sistema de destinação final de resíduos sólidos, este que por sua vez tem prazo de validade até 14 de novembro de 2017, abrindo a real possibilidade para o município de Maringá implantar um aterro sanitário sob condições de operação que cumpra critérios ambientais e sociais.

As 3 áreas foram escolhidas de forma pré-estabelecida, no qual, a única exigência era comportar o empreendimento para uma vida útil de 20 anos, de modo a receber uma quantia de 360,08 toneladas diárias de resíduo sólido, o que corresponde a uma média de 0,88 Kg por habitante no município.

Com os lotes estabelecidos, foram levantados 11 parâmetros para que pudesse ser distinguido qual dentre as três apresentaria melhores condições para operar um aterro sanitário, desde critérios ambientais até determinados parâmetros que influenciariam toda dinâmica ao redor do empreendimento.

Através de um sistema de pontuação acumulativa, à área que melhor se enquadrou nas exigências estabelecidas pela Lei 12.493<sup>11</sup>, pela Resolução Cema n° 094<sup>12</sup>, pela norma NBR 13.896/1997<sup>13</sup> e pela NBR 13.895/1997<sup>22</sup> foi a de número 2, apresentando uma pontuação final igual a 74, está por sua vez mostrando

melhor capacidade socioambiental.

## 5. CONCLUSÃO

Em virtude dos fatos mencionados, através da caracterização de áreas para implantação de um aterro sanitário, foi possível identificar critério que viabilizariam ou não a implantação do empreendimento no específico lote.

Apesar da boa pontuação, à Área 2 apresentou certas deficiências, em que, no quesito acessibilidade, apesar de apresentar um trecho retilíneo, sua distância para a rodovia culminou em uma extensão de 5800 metros, e tal distância poderia causar consequências ao longo da rota para diversos terrenos vizinhos, seja através do forte odor que os caminhões de lixo exalariam, pelo intenso ruído do veículo e também por uma maior emissão de dióxido de carbono na atmosfera oriundo da necessidade da locomoção diária deste meio de transporte ao longo de 5,8 Km.

Sendo então, apesar de possuir certos pontos negativos, à Área 2 realmente apresenta melhor viabilidade socioambiental quando equiparado com o atual sistema de disposição final de resíduos sólidos de Maringá-Pr, este sob domínio da Pedreira Ingá, que por sua vez, apesar de ser licenciado como sendo um aterro sanitário pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), o mesmo opera sob condições de um aterro controlado.

Vale ressaltar que, mesmo com tal informação sendo repassada pela Secretária Municipal de Serviços Públicos, critérios técnicos oferecidos pelo empreendimento reforçam essa ideia, em que, a degradabilidade do local vista por imagens de satélite jamais poderiam ser associadas à um aterro sanitário, não apenas, não foram constatados drenos verticais designados a conduzir os gases oriundos da decomposição orgânica no local, tão menos condições mínimas para sua boa funcionalidade, como a curta distância de núcleos residenciais e do aeroporto regional localizado no município.

Por fim, a implantação de um aterro sanitário com características iguais ou semelhantes à Área 2 no município de Maringá seria de grande valia, além de comportar todo resíduo sólido proveniente da cidade, o empreendimento estaria de acordo com normas mínimas que zelam o meio ambiente, não apenas, apesar da distância com o centro urbano, o local não agrediria o meio em que se encontra, seja com a população que habita nas circundações do lote ora mesmo por outros empreendimentos, como o próprio aeroporto, localizado distante o suficiente para operar em condições seguras de voo.

## REFERÊNCIAS

[1] ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil,

- 2010.
- [2] JUCÁ, J. F. Aterros Sanitários: Destinação Final Dos Resíduos Sólidos na Brasil, situação atual, 2002.
  - [3] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População estimada no ano de 2017, 2017.
  - [4] Gioia TB, *et al* Plano Municipal de Saneamento Básico: Módulo Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos, 2011.
  - [5] PICHAT, P. A Gestão Dos Resíduos. Instituto Piaget, 2010.
  - [6] CONDE, T. T., STACIWI, R., & FERREIRA, E. Aterro Sanitário Como Alternativa Para a Preservação Ambiental. Revista Brasileira de Ciências da Amazônia, v.3, n.1, p. 69-80, 2014.
  - [7] IBAM. Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2005.
  - [8] ABNT NBR 13.896. Aterro de Resíduos não Perigosos: Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1997.
  - [9] PROSAB. Programa de Pesquisas em Saneamento Básico, 2003.
  - [10] BRASIL. Lei nº 12.305. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Presidência da República Casa Civil Subchefia para assuntos jurídicos. Brasília, DF. 10 de agosto de 2010.
  - [11] PARANÁ. Lei Estadual nº 12.493, de 22 de janeiro de 1999. Estabelece normas e princípios para disposição final de resíduos sólidos. Diário Oficial do Estado do Paraná, 1999.
  - [12] RESOLUÇÃO CEMA Nº 094. Diretrizes e critérios orientadores para o licenciamento e outorga, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários. Paraná, Brasil. 7 de novembro de 2014.
  - [13] ABNT NBR 13.896/1997. Aterro de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. Junho de 1997.
  - [14] GEP. Google Earth Pro. Image surveying software. Estados Unidos da América: Google LLC Company, 2017.
  - [15] CONAMA. Resolução CONAMA nº4. Instalação de Aterro Sanitário em Área de Segurança Aeroportuária. 9 de outubro de 1995.
  - [16] MAREGA, J. N. Estrada Pinguim. Maringá, PR, Brasil: Google Earth Pro, 2010.
  - [17] SIAGAS. Sistema de Informação de Águas subterrâneas. Serviços Geológicos do Brasil, 2017.
  - [18] GEP. Google Earth Pro. Image surveying software. Estados Unidos da América: Google LLC Company, 2017.
  - [19] MAREGA, J. N. Uso ocupacional do solo. Maringá, PR, Brasil: Google Earth Pro, 2012.
  - [20] MAREGA, J. N. Estrada Pinguim. Maringá, PR, Brasil: Google Earth Pro, 201
  - [21] SISCATI, G. Google Earth Pro. Maringá, PR, BRASIL, 2010.
  - [22] ABNT NBR 13.895/1997. Construção de poços de monitoramento e amostragem. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997.