



Estudo de viabilidade de ampliação e expansão de aterro sanitário no município de Nova Esperança - Paraná

Expansion of feasibility study and sanitary landfill expansion in Nova Esperança - Paraná

Osorio Moreira Couto Junior¹

Regiane Cristina Ferreira²

Rodrigo Franco Siqueira³

Resumo: O presente trabalho trata-se de um estudo de viabilidade de ampliação e expansão do aterro sanitário no município de Nova Esperança, visto que o local existente que à Prefeitura Municipal faz a destinação dos resíduos sólidos urbanos encontra-se saturada. O principal objetivo deste projeto é analisar a viabilidade para implantação de uma futura área visando sua capacidade de vida útil de um aterro sanitário conforme o período abordado NBR 13.896/1997, para isto foi estimado o crescimento populacional do município nos próximos 20 anos através regressões lineares e ajuste de linha de tendência. Foi realizada simulação de cálculos por meio das equações matemáticas utilizadas por Camilo e Silva (2011) para dimensionar a quantidade de valas a serem executadas e a análise da evolução do alcance do projeto em relação à ocupação da área escolhida. Para a escolha da área efetuou-se os critérios através da metodologia de triagem de Lupatini (2002), onde verificou as principais características físicas em relação a distâncias mínimas de corpos hídricos e núcleos habitacionais. Assim sendo o projeto pretende-se auxiliar a Prefeitura Municipal a acondicionar um local correto para descarte de resíduos sólidos, apresentando uma quantidade 73 valas a serem executadas com 1350m³ de capacidade útil cada uma e a locação das suas principais infraestruturas, diminuindo o impacto ambiental da fauna e flora da região, fortalecendo as políticas de gerenciamentos de resíduos nos próximos anos pelo método de tecnologia de baixo custo mais usual atualmente.

¹ UEM – Universidade Estadual de Maringá

² UEM – Universidade Estadual de Maringá

³ UEM – Universidade Estadual de Maringá

Palavras-chave: Aterro sanitário; resíduos sólidos; impacto ambiental; viabilidade; crescimento populacional.

Abstract: This paper deals with is an expansion feasibility study and expansion of the landfill in the municipality of Nova Esperança, as the existing site that the Municipality is the allocation of municipal solid waste is saturated. The main objective of this project is to analyze the feasibility of implementing a future area aiming its life capacity of a landfill as discussed period NBR 13896/1997, for it was estimated population growth of the city over the next 20 years through linear regressions and trend line adjustment. Calculations simulation was performed using the mathematical equations used by Camilo and Silva (2011) to scale the amount of ditches to be performed and the analysis of the evolution of the project's scope with regard to occupation of the chosen area. For choosing the area made the criteria screening methodology by Lupatini (2002), which found the main physical characteristics for as close to water bodies and housing units. Thus, the project aims to assist the Municipality pack a correct location for disposal of solid waste, with an amount 73 ditches to be performed on 1350m³ useful capacity each and the lease of its main infrastructures, reducing the environmental impact of fauna and flora, strengthening waste managements policies in the coming years the most common low-cost technology method today.

Keywords: Landfill site; solid waste; environmental impact; viability; population growth.

1. Introdução

A busca pelo equilíbrio social e ambiental vem se tornando uma das maiores dificuldades, devido ao grande crescimento populacional nas regiões urbanas. O resultado desse crescimento desordenado reflete em uma grande quantidade de resíduos sólidos gerados, o que muitas vezes dispostos de forma incorreta acaba em prejuízos ambientais significativos (ROWE, 2007).

Atualmente percebe-se que o aterro sanitário é uma técnica moderna de engenharia bastante usual, no qual exige estudos criteriosos, projetos e cuidados especiais para resultar no menor agravo possível ao meio ambiente (MARQUES, 2011).

Segundo o Instituto Ambiental do Paraná (2012), foram realizadas pesquisa em cerca de 400 municípios paranaenses em 2012, sendo avaliados com relação ao método de disposição final de resíduos. Os resultados apontaram que 45% dos municípios descartam seus resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários (áreas licenciadas adequadamente em relação à legislação), 30,3% dos municípios dispoendo em aterros controlados e 23% dos municípios que ainda dispõe seus resíduos sem aterros a céu aberto, mais conhecido como “lixão”.

Além das exigências técnicas estruturais e construtivas, devem-se considerar as probabilidades de impacto local sobre a área de abrangência do empreendimento e se buscar medidas para sancioná-las. Ainda que consistindo em uma técnica simples, os aterros sanitários demandam alguns cuidados distintos e procedimentos específicos que devem ser seguidos desde a escolha da área até a sua operação e monitoramento (MARQUES, 2011).

De acordo com a NBR 13.896 (ABNT, 1997), aconselha-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos. O seu monitoramento deve prolongar, no mínimo, por mais de 20 anos após o seu encerramento.

Para o planejamento adequado de um aterro sanitário, o dimensionamento de projeto deve ser elaborado conforme critérios da engenharia, de certa forma que se colete um gama de dados e incorporam ao mesmo, para que o aterro cumpra seu desempenho adequadamente ao longo de sua vida útil (CASTILHO JUNIOR et al., 2003).

Para Silva (2011) a escolha da área a ser implantada e o estudo da vida útil são critérios que devem especial atenção para um bom desempenho do aterro. Este breve relato sobre o destino dos resíduos sólidos urbanos comprova a relevância de pesquisar formas sustentáveis no setor.

2. Justificativas

O fato da perda de qualidade da água, degradação de grandes áreas e a situação da área do aterro sanitário existente do município em análise onde encontra-se em estado de saturação

são motivos que chamam a atenção e motivam os estudos de gestão dos resíduos sólidos urbanos. Para um bom planejamento de qualquer aterro sanitário, deve haver um dimensionamento adequado para o depósito dos resíduos sólidos. O mesmo deve atender a cidade ou região, recebendo diariamente quilos ou toneladas de resíduos, sem perder a qualidade e sem prejudicar o meio ambiente (KROETZ, 2003).

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos exercidos de forma inadequada é outra característica relevante na circunstância de avaliação de operação de um aterro sanitário, implantada de forma errada pode gerar sérios impactos sociais, econômicos e ambientais, pois a contaminação de solos e recursos hídricos por percolação de lixiviado gera tratamentos de altíssimos custos, o que implica tanto uma atenção redobrada na hora da construção de um aterro sanitário quanto na sua operação (CALIJURI; MELO; LORENTZ, 2002).

Conforme a NBR ABNT 8419 (ABNT, 1992), o aterro sanitário é uma tecnologia de acomodação dos resíduos sólidos urbanos nos “solos”, sem acarretar danos à saúde pública e ao meio ambiente, tornando-se menor os impactos ambientais causados. Tal técnica utiliza sistemas de engenharia para limitar os resíduos sólidos à menor área aceitável reduzi-los ao menor volume possível, cobrindo-os com uma camada de solo no término de cada trabalho, ou períodos menores, se necessário. Este modo tático de disposição final de resíduos deve contar com um rigoroso estudo de dimensionamento para uma melhor qualidade de vida da população e proteção ambiental.

3. Objetivos

Pretende-se realizar um estudo de viabilidade de ampliação e expansão de aterro sanitário no município de Nova Esperança, Paraná, visto que parte da área útil de descarte existente se encontra em estado de saturação, analisado do ponto de vista da demanda de lixo.

4. Fundamentação Teórica e Revisão Bibliográfica

4.1. Disposições finais de resíduos sólidos em municípios de pequeno porte

Os municípios de pequeno porte em várias situações tentam solucionar seus problemas ambientais quanto aos descartes inadequados destes dejetos, resíduos sólidos urbanos não perigosos, da maneira mais singular possível, pois a equipe técnica existente apresenta uma carência no seu corpo de conhecimento, e ainda exhibe problemas financeiros, por má administração dos recursos (SILVA, 2009).

A singularidade desta solução é a utilização de aterros sanitários que pode ser considerada de grande aplicabilidade quando equiparado com outras técnicas de destinação

correta destes resíduos como, por exemplo, a incineração. Outra característica relevante de acordo com Silva (2009) é que o aterro sanitário dispõe de operação fácil de executar e apresentam baixos custos de implantação.

4.2. Disposições dos resíduos em valas

O mecanismo de despejo correto do resíduo na vala, sequênciã os serviços de forma a obter um maior percentual de volume útil da vala. O serviço de acomodação dos resíduos na vala aberta se inicia pelo mesmo lado em que a vala começou a ser escavada, com o caminhão coletor posicionando de ré, ortogonal a largura da vala. O veículo de condução de resíduos deve se chegar ao máximo da vala, de um jeito a assegurar o arremessamento inteiramente na vala, para evitar que o resíduo se espalhe em ambientes fora da vala destinada (SAVASTANO NETO et al., 2010). Orienta-se que seja construído um pequeno dique com solo, amparando o máximo a demarcação do veículo para o descarregamento na vala. Em seguida a descarga dos resíduos deve se proceder à varrição dos dejetos que possam ter virtualmente ter se desprendido, antes do cobrimento sanitário com o solo, dos resíduos lançados (SÃO PAULO, 2005). Portanto é de responsabilidade técnica resguardar a segurança devido ao risco de desmoronamento das valas (SAVASTANO NETO et al., 2010).

4.3. Panorama das disposições de resíduos sólidos urbanos no Brasil e Região de Maringá

No Brasil o cenário de disposição de resíduos sólidos urbanos é realizado em três formas mais comuns dentro nosso panorama ambiental, como a utilização de lixão, aterro controlado ou aterro sanitário uns dos modos mais correto pensando na reflexão de preservação do meio ambiente (CARMO e FERNANDES, 2013).

Um estudo elaborado pela ABRELPE (Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) em 2012 constatou que cerca de 58% dos resíduos sólidos gerados no âmbito nacional estaria sendo descartados de forma ecologicamente correto, e cerca de 42% dos resíduos estaria sendo descartados de forma inadequada.

Outra característica relevante que o estudo apresenta é o crescimento da quantidade de resíduos sólidos urbanos descartados incorretamente que chega aproximadamente 23,7 milhões de toneladas em 2012 em relação aos outros anos passados. A ABRELPE (2012) conclui o estudo ainda dizendo que esse crescimento é ocasionado pelo alto consumismo de produtos descartáveis por parte da população atualmente e por má incentivo de políticas públicas de coletas seletivas por parte de administradores públicos, sendo uma análise até significativa em

relação à quantidade e diferença entre as condições de descartes ambientalmente correta, apresentando uma conjuntura de desinteresse por parte administração pública e própria população em preservar o meio ambiente e a saúde pública da sua cidade. Esse fato representa o que está acontecendo com a região metropolitana de Maringá conforme um estudo feito pelo IAP (Instituto Ambiental do Paraná) 2012, que explana sobre a situação dos municípios em as suas disposições dos resíduos sólidos urbanos. A Figura 1, a seguir, exhibe esse panorama.

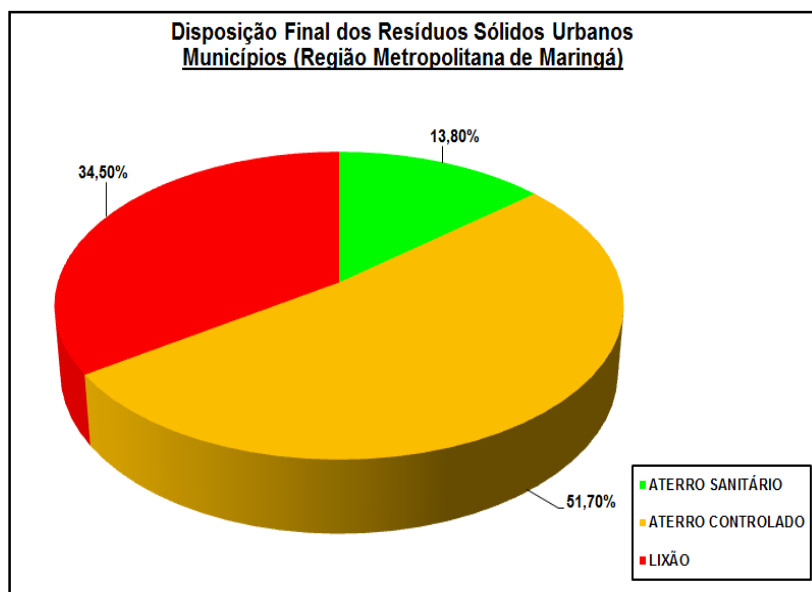


Figura 1: Disposições de resíduos sólidos na região metropolitana de Maringá.

Fonte: IAP, 2012.

A partir dos dados mostrados na Figura 1 é possível verificar que aproximadamente 35% dos municípios destinam seus resíduos sólidos urbanos em lixões e 52% em aterros controlados, somando um total de 87% descartados de forma inadequada da região metropolitana de Maringá, o que representa um alto índice equiparado com média nacional que é 42%, justificado pelo fato dos municípios apresentarem um déficit de capacidade técnica para implantar tal empreendimento e falta de recursos financeiros conforme o autor Silva (2009).

4.4. Escolha da área e levantamentos preliminares

Há necessidade de situações favoráveis, tanto no que se refere aos aspectos ambientais, quanto aos construtivos. Assim, o tipo de solo e a profundidade do lençol freático, são elementos decisórios na escolha da área, pois terrenos com lençol freático aflorante ou muito próximos da superfície são impróprias para a construção deste tipo de aterro (IAP, 2006).

O espaço mínimo recomendado entre o lençol freático e o fundo da vala escavada, é de 3,0m (três metros). Da mesma forma os terrenos rochosos não são indicados, devido às dificuldades de escavação (IAP, 2006).

4.5. Critérios ambientais para escolha da área

No processo de seleção da área para implantação de aterros sanitários envolve várias figuras como, os tomadores de decisão, os especialistas, e pôr fim a comunidade. Também são necessários procedimentos e informações, cuja organização visa alcançar seus objetivos pré-estabelecidos. Várias abordagens são aproveitáveis ao assunto, entretanto uma perspectiva usual a todas elas são a realização do processo por etapas que não possui um destaque evidenciado na análise preliminar da implantação do aterro sanitário (LUPATINI, 2002).

4.6. Levantamento planialtimétrico

Deve ser elaborado um levantamento planialtimétrico nas escalas 1:500 ou 1:250, com curvas de nível de metro em metros, especificando as distâncias dos divisores de água e indicação dos acessos, e georeferenciada de acordo com a Lei Federal nº 10.267 de 2001(PARANÁ, 2009).

4.7. Sondagens

As sondagens de reconhecimento do subsolo deverão ser realizadas a trado manual, com profundidade entre 6 e 12 metros. O número de furos deve ser determinado em função da área do aterro e deverá variar entre o mínimo 5 (cinco) e no máximo 15 (quinze), distribuídos equitativamente na área em estudo (IAP, 2006)

4.8. Critérios para dimensionamento das valas

Para um bom dimensionamento das valas são necessárias um conjunto de variáveis de entrada tais como (PARANÁ, 2009), população inicial, per capta inicial (kg/habitante. dia), densidade do resíduo, fator de material de cobertura e abrangência do serviço de coleta.

A partir das incógnitas de entrada se dimensiona a primeira vala através de um conjunto de equações apresentados a seguir, (CAMILO e SILVA, 2011).

$$Vd = \frac{(P \times Pc) \times \eta}{D} \quad \text{Equação-1}$$

Em que:

Vd = Volume diário de resíduos (m^3/dia);

P = População inicial (habitantes);

Pc = Per capita inicial (kg/hab. dia);

D = Densidade do resíduo (kg/m^3);

η = Abrangência do serviço de coleta (%);

$$VT = Fc \times Vd$$

Equação-2

Em que:

Vt = Volume total (m^3/dia);

Fc = Fator do material de cobertura (%).

4.9. Volume das valas

O volume das valas é decorrente de vários fatores, comprimento, dimensões disponíveis no terreno e tipo de vala a ser projetada. Elas devem ter uma vida útil de no mínimo 30 dias, ou seja, que corresponde a uma vala por mês (CAMILO e SILVA, 2011).

O modelo de vala mais utilizado é o trapezoidal, que varia de 3 a 5 metros de profundidade, esse modelo é bastante usual para pequenos municípios, pois é de fácil execução e operação (CAMILO e SILVA, 2011).

A Equação-3 representa o sequenciamento do dimensionamento de valas para aterro sanitário (CAMILO e SILVA, 2011).

$$Va = \left[\left(\frac{Lmaior + Lmenor}{2} \right) \times p \right] \times c$$

Equação-3

Em que:

Va = Volume da vala (m^3);

$Lmaior$ = Largura superior (m);

$Lmenor$ = Largura inferior (m);

p = Profundidade (m);

C = comprimento da vala (m).

5. Metodologia

5.1. Levantamento populacional

O levantamento populacional foi realizado utilizando o banco de dados do IBGE 2014, avaliando a taxa de crescimento populacional do município de Nova Esperança-PR. Os dados a serem manuseados para efeito de cálculo de projeção do mesmo foram os três últimos censos (2007, 2010 e 2014) mais os anos levantados (2008, 2009 e 2012) retirados da base estatística populacional do município, pois demonstraram uma realidade mais próxima e veracidade ao estudo, visto que este parâmetro tem grande influência sobre as quantidades de resíduos gerados dentro de uma cadeia produtiva.

Posteriormente os valores de referência de população foram dispostos em tabela no programa Microsoft Excel 2010, onde geraram os pontos aleatórios em formato de gráfico, que em consequência foi analisado a linha de tendência em relação aos ajustes (linear, polinomial e logaritmo), para que afira melhor a curva entre pontos e aproxima-se do $R^2 = 1$, o coeficiente de determinação. O coeficiente de determinação irá dispor o erro numa escala de 0 a 1 entre os valores existentes dispostos em tabelas e o ajuste da linha de tendência, que irá demonstrar dentro relação estatística equacionada, qual a porcentagem de desvios de valores retirados dos bancos de dados do IBGE 2014 e os gerados pela equação ajustada (BAESSO; SOUZA, 2010).

Após executado está etapa e avaliado a linha de tendência, por meio do programa Microsoft Excel 2010, obteve-se a função que mais representa a realidade de crescimento ou decréscimo da população do município de Nova Esperança-PR, entrelaçado de acordo com o coeficiente de determinação.

5.2. Caracterização da área de estudo

O estudo de viabilidade em questão foi desenvolvido no município de Nova Esperança, mais precisamente na Gleba Santa Cruz, onde está localizado o aterro sanitário em atual funcionamento. A área a ser analisada para caracterização do estudo e simulação para os cálculos de dimensionamento de vida útil faz divisa à esquerda com lote onde se encontra o aterro sanitário existente, visto que facilitaria as futuras instalações no âmbito estratégico ambiental e apresentação de uma topografia plana.

Após a escolha do local, por meio do software Google Earth consiste em desenvolver um mapeamento geográfico identificando as principais exigências imposta pelo órgão fiscalizador IAP (2006) e por Lupatini (2002), através de fotos e representações indicando distâncias mínimas em relação ao perímetro urbano, rios, matas ciliares e dentre outros.

A Figura 2, a seguir, representa a visualização do local onde realizará a viabilidade de implantação, ampliação e expansão do aterro do município e a localização das áreas em estudo em relação à posição geográfica do município. Nesta Figura pode ser observado que o aterro sanitário está localizado em uma área estrategicamente dentro espaço geográfico do município em relação aos núcleos populacionais e distâncias mínimas das áreas de preservação ambiental. O aterro sanitário existente, segundo o software Google Earth, está situado numa distância aproximadamente 3.000 metros, o que representaria uma conformidade de triagem de acordo com Lupatini (2002).

Em seguida, depois das avaliações dispostas, foram apresentadas através de fotos e mapeamento geográfico, as características encontradas no local a ser implantada a expansão do aterro e posteriormente realizou-se um comparativo argumentativo em razão das exigências acondicionadas pelo órgão fiscalizador IAP (2006) e por Lupatini (2002).

5.3. Princípios de dimensionamentos das valas

O dimensionamento das valas do aterro em seção transversal trapezoidal, justificado pela razão de ser a forma mais utilizada na região estudada, foi desenvolvido a partir do levantamento populacional feito dentro de um período de 20 anos a qual está ligado com variável, quantidades de resíduos gerados por habitantes. Em seguida foram verificados com empresa terceirizada os valores corretos de entradas, sobre a quantidade de resíduos gerados diariamente dentro da cadeia produtiva do município.



Figura 2: Localização do Aterro Sanitário existente do município de Nova Esperança.

Fonte: Google Earth, 2015.

A partir desta pré-análise, os outros valores de entrada para o dimensionamento das valas foram dispostos em formato de quadro e utilizados de acordo com a metodologia de Camilo e Silva (2011), que utilizaram as mesmas fórmulas matemáticas para validação de cada dimensão da vala para a largura e comprimento.

O próximo passo do estudo foi à realização do comparativo, por meio de um quadro elaborado no programa Microsoft Excel 2010 em relação à capacidade de vida útil do aterro ao longo de um período de 20 anos que é abordado como prazo produtivo citado na NBR 13.896/1997, avaliando seu potencial operacional ao longo dos anos, em razão do crescimento de resíduos gerados pela população novaesperansense e capacidade de área útil disponível como fonte de local estratégico para escolha.

E por fim foi elaborado um projeto de expansão e ampliação do aterro sanitário do município de Nova Esperança através do programa Autodesk Auto CAD 2010, apresentando as quantidades de valas a serem abertas com suas respectivas dimensões e outras principais infraestruturas a serem desenvolvidas, garantindo um bom funcionamento e menores impactos sobre a fauna e flora da região escolhida.

6. Resultados e discussões

6.1. Estudo populacional

O levantamento do estudo populacional na Tabela 1 apresenta os valores de referência retirados do banco de dados IBGE (2014) para elaboração da projeção populacional do município de Nova Esperança-PR.

TABELA 1- População de Nova Esperança - PR	
Ano	População (hab.)
2007	25.719
2008	25.729
2009	25.950
2010	26.615
2012	27.199
2014	27.783

Fonte: IBGE, 2014.

O gráfico relacionado ao modelo matemático linear, polinomial e logaritmo que teve como base de dados dos valores disposto pela Tabela 1, é representado pela Figura 3.

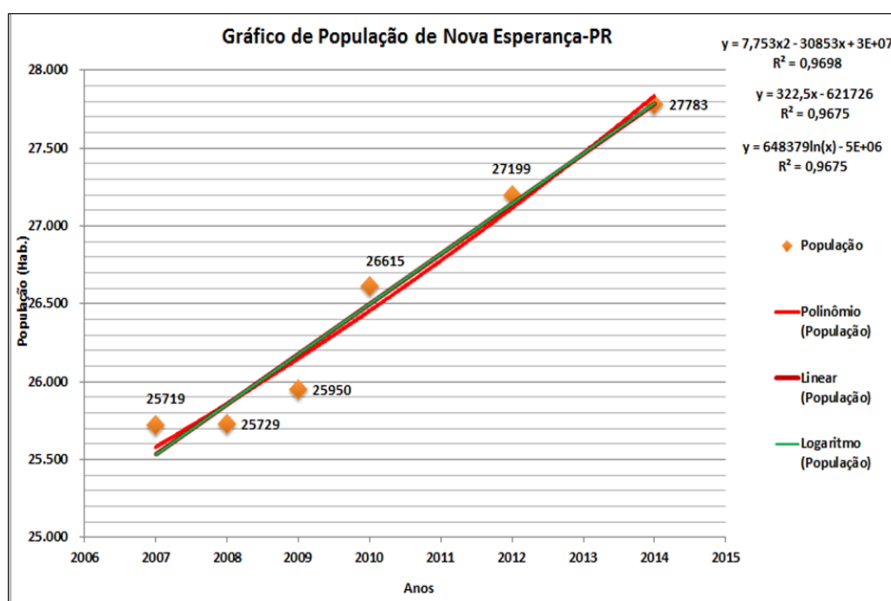


Figura 3: Gráfico representativo de regressão linear, polinomial e logarítmica.

Fonte: Dados Próprios, 2015.

Entre os três modelos apresentados, o que obteve o melhor ajuste foi a regressão polinomial de grau 2, dispondo de um valor $R^2 = 0,9698$, mas não demonstrou com sua equação numérica um modelo de veracidade para projeção de população do município, visto que o último fator da equação aponta um alto valor de erro relativo quando se elabora projeção da mesma.

Já a regressão linear e logarítmica apresentou o mesmo R^2 (0,9675), porém modelos de equação numérica diferentes, o que evidenciou para o estudo uma análise mais detalhada. Em seguida quando foi realizada a projeção de população de 20 anos, observou-se que o modelo logarítmo apresentava um erro relativo muito alto entre os valores da base de dados do IBGE (2014) e os valores encontrados, por isso o modelo de equação adotado para o estudo e que mais se aproximou do crescimento populacional de Nova Esperança-PR foi à regressão linear.

A Tabela 2 e Figura 4, a seguir, exibem os resultados de crescimento populacional em período de 20 anos, a partir de um ajuste linear materializado pelo programa Microsoft Excel 2010.

Pode-se observar pelos valores apresentados pela Tabela 2 e Figura 4, que o município de Nova Esperança – PR terá crescimento populacional em um período de 20 anos de aproximadamente 22%. Este crescimento pode acarretar uma geração de resíduos significativa e não projetado para o atual aterro sanitário.

TABELA 2- Projeção de população de Nova Esperança - PR	
Ano	População em 20 anos (hab.)
2014	27.789
2015	28.112
2016	28.434
2017	28.757
2018	29.079
2019	29.402
2020	29.724
2021	30.047
2022	30.369
2023	30.692
2024	31.014
2025	31.337
2026	31.659
2027	31.982
2028	32.304
2029	32.627
2030	32.949
2031	33.272
2032	33.594
2033	33.917

Fonte: Dados próprio, 2015.

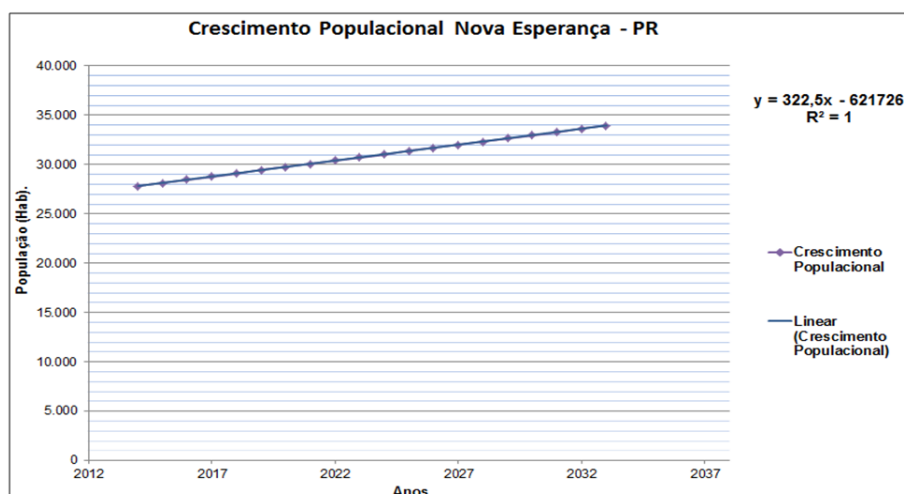


Figura 4: Gráfico representativo de Regressão linear, adotado pelo estudo.

Fonte: Dados Próprios, 2015

6.2. Critérios para implantação da área

A vistoria realizada no dia 05/08/2015 constatou que o local do aterro sanitário existente se encontra em situações precárias e de abandono. As principais infraestruturas que existem dentro área é um barracão, portaria e a estação de tratamento, que estão em estado de deterioração devido ação do tempo de conservação e agentes intempéries. Já a célula que representa a destinação correta dos resíduos do município demonstra sua condição de capacidade de vida útil saturada.

Depois de observado está realidade, a Figura 5 e 6 apresentam a área utilizada para simulação dos cálculos para o dimensionamento das valas, exibindo suas características físicas de fauna e flora, e uma topografia relativamente plana, visto que as curvas de níveis são visíveis e representam sua forma geométrica de pequena intensidade.

Na envoltura lote pode-se destacar há não existência de cabeceiras de drenagem e linhas de cumeada em formato de espigão, diminuindo os índices de contaminação da água e facilitando a execução de estabilidade de taludes das valas. Outra característica constatada na área é que o Córrego Ribeirão do Diabo está localizado a 500m aproximadamente de acordo com medição feita pelo software Google Earth e mais de 3000m de núcleos populacionais, compatibilizando com os parâmetros de triagem a ser avaliados conforme Lupatini (2002).



Figura 5: Área utilizada para simulação dos cálculos.

Fonte: Dados Próprios, 2015.



Figura 6: Curvas de níveis, fauna e flora

Fonte: Dados Próprios, 2015.

DIMENSIONAMENTO DE VALA E ALCANCE DO PROJETO

Os parâmetros de entrada para o dimensionamento das valas do aterro sanitário são apresentados na Tabela 3.

TABELA 1- Parâmetro de Entrada		
Ano	2014	
População inicial (hab.)	P	27789
Per Capita Inicial (Kg/habitante.dia)	Pc	0,50
Densidade do Resíduo (Kg/m ³)	D	700
Fator do Material de Cobertura (%)	Fc	17
Abrangência serviço de coleta (%)	η	95

Fonte: Dados da empresa terceirizada, 2015.

Em seguida são demonstradas através da Tabela 4 as dimensões das valas para acondicionar o dimensionamento do aterro sanitário em questão.

TABELA 2– Dimensões das valas		
Dimensão	Und.	Quant
Lmaior	m	6,00
Lmenor	m	3,00
Profundidade	m	3,00
Comprimento da Vala	m	100,00

Fonte: Dados Próprio, 2015.

$$Va = \left[\left(\frac{L_{maior} + L_{menor}}{2} \right) \times p \right] \times c = \left[\left(\frac{6 + 3}{2} \right) \times 3 \right] \times 100 = 1350m^3$$

6.3. Vida útil de 01 vala

A vida útil da primeira vala é calculada a partir da capacidade de volume máximo da vala em razão volume de resíduos gerados diariamente acrescido da taxa de cobertura.

$$Vida\ útil\ (dias) = \frac{Va}{Vt} = \frac{1350}{22,06} = 62\ dias = 2\ meses$$

A vida útil calculada para primeira vala será de 2 meses, que significa aproximadamente 6 valas no primeiro ano de execução do projeto.

6.4. Evolução da Ocupação da Área do Aterro e Vida Útil

A partir dos valores encontrados em relação a quantidades de valas a serem executados em um ano, se elaborou a Tabela 5 comparando o potencial de crescimento de resíduos sólidos urbanos ao longo de 20 anos com a capacidade de vida útil da área escolhida para simulação do cálculo. Na mesma tabela observa-se a evolução da ocupação da área superficial do aterro e o aumento das quantidades valas a serem executadas de cada ano dentro nos próximos 20 anos de operação.

De acordo com a Tabela 5, o aumento de aproximadamente de 22% da população nos 20 anos representaria 16 toneladas de lixo por dia, conforme calculado com valor de entrada (densidade de resíduo) especificado na Tabela 3, expondo um cenário com análise mais detalhada e criteriosa no plano de gerenciamento e destinação de resíduos sólidos urbanos nesses próximos períodos. Na Tabela 5 pode-se observar que área superficial do aterro quando equiparado com sua capacidade de vida útil apresenta um resultado satisfatório em relação à demanda de resíduo nos próximos 20 anos, suprirá a necessidade com fonte e local correto para destinação de resíduos do município de Nova Esperança, visto que área utilizada para simulação de cálculo apresenta uma área com 91.973,67m².

Tabela 5 - Evolução de Ocupação da área do Aterro Sanitário						
Ano	População	Volume de Resíduo m³/dia	Volume total Ocupado m³/dia	Vida útil de 01 Vala	Números de valas/ano	Área superficial ocupada m²
2014	27.789	18,86	22,06	2,04	5,88	3.530
2015	28.112	19,08	22,32	2,02	5,95	7.101
2016	28.434	19,29	22,57	1,99	6,02	10.713
2017	28.757	19,51	22,83	1,97	6,09	14.366
2018	29.079	19,73	23,09	1,95	6,16	18.060
2019	29.402	19,95	23,34	1,93	6,22	21.794
2020	29.724	20,17	23,60	1,91	6,29	25.570
2021	30.047	20,39	23,85	1,89	6,36	29.387
2022	30.369	20,61	24,11	1,87	6,43	33.245
2023	30.692	20,83	24,37	1,85	6,50	37.143
2024	31.014	21,05	24,62	1,83	6,57	41.083
2025	31.337	21,26	24,88	1,81	6,63	45.064
2026	31.659	21,48	25,13	1,79	6,70	49.085
2027	31.982	21,70	25,39	1,77	6,77	53.148
2028	32.304	21,92	25,65	1,75	6,84	57.251
2029	32.627	22,14	25,90	1,74	6,91	61.396
2030	32.949	22,36	26,16	1,72	6,98	65.581
2031	33.272	22,58	26,42	1,70	7,04	69.808
2032	33.594	22,80	26,67	1,69	7,11	74.075
2033	33.917	23,01	26,93	1,67	7,18	78.384

Fonte: Dados Próprio, 2015

7. Conclusão

Em virtude dos fatos e análises realizados sobre o estudo de viabilidade do projeto, é possível notar que o dimensionamento do aterro sanitário realizada sobre a área proposta será

suficientemente em relação à demanda de resíduos sólidos a se depositar como local correto para os próximos 20 anos, necessitando de uma área de aproximadamente de 91.973,67m², atendendo os critérios de implantação e escolha da área de acordo com autor Lupatini (2002) e apresentando um alto índice de planejamento e gestão ambiental.

Outra característica relevante é o que o projeto se trata de uma técnica simples de engenharia de disposição de resíduos sólidos (aterro sanitário) quando equiparado a outros métodos de fácil operação e baixo custo de implantação, como explana alguns autores da literatura sobre o assunto.

Devido ao projeto se titular parte do plano de ação da Prefeitura Municipal, apresenta um estudo de viabilidade com características técnicas satisfatórias no âmbito de implantação, visando o menor impacto ambiental possível da fauna e da flora local, garantindo, assim, a preservação da saúde pública nos próximos anos.

8. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8419. 1992. Apresentação de projeto de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1997. Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e projeto. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. 2012. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo.
- BAESSO, R. S.; SOUZA, A. A. O Coeficiente de Determinação é uma medida confiável do poder explicativo de modelos de estimação do valor intrínseco das ações negociadas na Bovespa?. 10º Congresso USP Controladoria e Contabilidade, 2010, São Paulo, p.17.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Estabelece a revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 19. Abril. 2015.
- BRASIL. Lei n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2007, Brasília, DF.
- BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2010, Brasília, DF;
- CALIJURI, M.; MELO, A. L. O.; LORENTZ, J.F. Identificação de Áreas para a Implantação de Aterros Sanitários de Análise Estratégica de Decisão. Informática Pública, 2012, v.4, p.250.
- CAMILO, R.; SILVA, R. A.; Projeto de Engenharia – Usina de Tratamento de Resíduos Sólidos de Iguatemi. 2011. 57p. Projeto Engenharia de aterro sanitário – Prefeitura Municipal de Iguatemi, Iguatemi, Paraná.
- CARMO, MARIA CALIJURI; FERNANDES, DAVI GASPARINI CUNHA. 2013. Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- CASTILHOS JUNIOR, ARMANDO BORGES. Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. 2013. 1.ed. Rio de Janeiro
- IAP - Instituto Ambiental do Paraná. MANUAL PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS EM VALAS DE PEQUENAS DIMENSÕES, TRINCHEIRAS E EM CÉLULAS. 2006. Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Atividades/MANUAL_DO_ATERRO.pdf. Acesso em: 24 maio 2015.

- KROETZ, CARLOS EDUARDO. Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao Dimensionamento e Estimativa de Custos de Aterros Sanitários em Trincheiras para Municípios de Pequeno Porte. 2003. 156f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- LUPATINI, GIANCARLO. Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão em Escolha de Áreas para Aterros Sanitários. 2002. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Tecnologias de Saneamento Ambiental, A Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MARQUES, MARILIA DAHER. Seleção de Área para Implantação de Aterro Sanitário Simplificado – Estudo de Caso para Município de Guapó – GO. 2011. 60f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia do Meio Ambiente) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 404/2008 - "Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos." - Data da legislação: 11/11/2008 – Publicação DOU nº 220, de 12/11/2008, pág. 93. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 05/04/2015.
- PARANÁ. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. 2009. Guia para Elaboração de Projetos de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos. Curitiba, Paraná.
- ROWE, ELMO JUNIOR. Diagnóstico Ambiental da Área do Aterro Sanitário do Município de Cascavel –PR. 2007. 78f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cascavel.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente; CETESB. Procedimentos para a implantação de aterros sanitários em valas. São Paulo: SMA, 2005. 34p. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads>. Acesso em: mar. 2015.
- SILVA, CLAUDIONOR OLIVEIRA. Subsídios para Formação de Consórcio para Destinação Final de Resíduos Sólidos em Municípios da Região Serrana dos Quilombos em Alagoas. 2009. 162f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió.