

Compostagem dos resíduos no município de Pontal do Paraná-PR: uma proposta sustentável

Composting of waste in the municipality of Pontal do Paraná-PR: a sustainable proposal

Tí Compostaje de residuos en el municipio de Pontal do Paraná-PR: una propuesta sostenible

Joice Consulin Ribeiro

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFPR, Brasil.
consulin@ufpr.br

Cesar Aparecido da Silva

Professor Doutor, UFPR, Brasil.
cesar.silva@ufpr.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica e econômica de uma usina de compostagem para o município de Pontal do Paraná, situado no litoral do Estado do Paraná. Foi estimado a geração diária de orgânicos através da análise dos resíduos sólidos urbanos do município a partir de dados disponibilizados pela prefeitura. Após, foi dimensionado a usina e estimado seus custos. Também foram apontadas as áreas de influência e os possíveis impactos ambientais e medidas mitigáveis. Constatou-se que a geração *percapta* de resíduos orgânicos é 0,55 kg/hab.dia, com possibilidade de aproveitamento de 27 ton/dia. Foi estimada uma área de 19.008 m² para a implantação da usina considerando a população atual de 32.985 habitantes, e 33.838 m² em 15 anos, considerando o crescimento populacional. Os dados mostraram que a compostagem pode gerar uma economia de 5.445,90 reais mensais relacionada a destinação final. O custo aproximado da implementação do empreendimento é 31.532,90 reais, e para operação é de cerca de 48.425,78 reais mensais e, com a comercialização das 405 toneladas mensais de biocomposto oriundos do processo, seria possível obter uma renda de 101.250,00 reais/mês, gerando uma receita bruta de 1.215.000,00 reais/ano. O biocomposto gerado poderá ser utilizado para diversos fins tais como melhorador do solo e recuperação de áreas degradadas. A compostagem sugere ser viável tecnicamente e economicamente desde que implementados programas de coleta seletiva.

PALAVRAS-CHAVE: Usina de compostagem. Biocomposto. Coleta seletiva.

SUMMARY

The aim of this work was to assessment the technical and economic feasibility of a composting plant for the municipality of Pontal do Paraná, located on the coast of Paraná State. The daily generation of organics was estimated through analysis of municipal solid waste in the municipality out from data made available by the city hall. And dimensioned the plant and its costs. The areas of influence and the possible environmental impacts and mitigable measures were also pointed out. It was found that the percapta generation of organic waste is 0.55 kg/inhab.day, with the possibility of using 27 tons/day. An area of 19.008 m² was estimated for the implementation of the plant considering the current population of 32.985 inhabitants, and 33.838 m² in 15 years, considering population growth. The composting can generate savings of 5.445,90 reais per month related to the final destination. The approximate cost of implementing is 31.532,90 reais, and for operation is about 48.425,78 reais per month, and with the commercialization of the 405 tons of biocompost per month, it is possible to obtain an income of 101.250,00 reais/month, generating a gross revenue of 1.215.000,00 reais/year. The biocompost can be used for various purposes such as soil improver and recovery of degraded areas. Composting suggests that it is technically and economically feasible as long as selective collection programs are implemented.

KEYWORDS: Composting plant. Biocompound. Selective collection.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar la viabilidad técnica y económica de una planta de compostaje para el municipio de Pontal do Paraná, ubicado en la costa de Paraná. La generación diaria de orgánicos se estimó a través del análisis de los residuos sólidos urbanos en el municipio con base en los datos puestos a disposición por la alcaldía. Para luego dimensionar la planta y estimar sus costos. También se señalaron las áreas de influencia y los posibles impactos ambientales y medidas mitigables. Se encontró que la generación de residuos orgánicos es de 0,55 kg/persona.día, con posibilidad de aprovechamiento de 27 ton/día. Se estimó un área de 19.008 m² para la instalación considerando la población actual de 32.985 habitantes, y 33.838 m² en 15 años, considerando el crecimiento poblacional. Los datos mostraron que el compostaje puede generar ahorros de 5.445,90 reales por mes relacionados con el destino final. El costo aproximado de implementación del emprendimiento es de 31.532,90 reales, y para la operación es de aproximadamente 48.425,78 reales mensuales, y con la venta de 405 toneladas mensuales de biocompost del proceso, es posible obtener una renta de 101.250,00 reales/mes, generando una renta bruta de 1.215.000,00 reales/año. El biocompost se puede utilizar para diversos fines, como la mejora del suelo y la recuperación de áreas degradadas. El compostaje sugiere que es técnica y económicamente factible siempre y cuando se implementen programas de recogida selectiva.

PALABRAS CLAVE: Planta de compostaje. Biocompuesto. Recogida selectiva.

1 INTRODUÇÃO

Todos os dias são geradas toneladas de resíduos sólidos em todo o mundo, e que muitas vezes são dispostos no meio ambiente de forma inadequada.

Dentre as alternativas sustentáveis de disposição final para os resíduos orgânicos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos destaca a compostagem, que é entendida como um processo de decomposição biológica capaz de transformar a matéria orgânica em adubo natural (ABNT, 1996).

Com a adesão da compostagem, os custos da destinação e tratamento dos resíduos sólidos urbanos poderiam ser minimizados, além de possibilitar a geração de receita por meio da comercialização do biocomposto proveniente do processo (MELO; DUARTE, 2018). Ainda, poderiam ser beneficiados os trabalhadores dessa área, gerando empregos e ganhos socioeconômicos, e promovendo a sustentabilidade, proteção e conservação ambiental.

2 OBJETIVOS

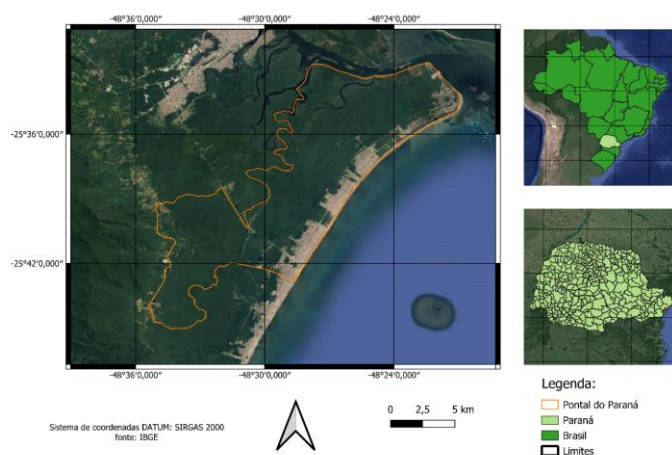
Realizar um estudo da viabilidade técnico-econômica de implantação de uma usina de compostagem de resíduos sólidos para o município de Pontal do Paraná, localizada no litoral do Estado do Paraná.

3. METODOLOGIA

3.1 Local de estudo

O estudo foi realizado no município de Pontal do Paraná-PR (Figura 1), que abrange uma área territorial de 200,410 km², com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 25° 40' 25" S e Longitude: 48° 30' 40" O. A população estimada divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) é de 32.985 habitantes, no entanto, em época de veraneio esse número aumenta consideravelmente.

Figura 1 – Localização do município de Pontal do Paraná



Sistema de coordenadas: SIRGAS 2000.

Fonte: Os autores, 2023.

3.2 Obtenção de dados

Os dados utilizados foram obtidos junto à SMMA (Secretária Municipal de Meio Ambiente) de Pontal do Paraná, na legislação aplicável e na literatura pertinente.

Considerando o período de 2012 a 2022, foi estimado a quantidade total de resíduos urbanos gerados diariamente, e a geração *percapita*, a fim de definir o porte do empreendimento. Destaca-se que o horizonte do projeto é 15 anos, portanto foi realizada a estimativa da população nesse período com base na taxa de crescimento populacional (2,5%), fundamentada entre os Censos de 2010 e 2022 (IBGE, 2022).

3.3 Dimensionamento

O método de compostagem sugerido é o processo natural, dispendo o resíduo orgânico em leiras com reviramento periódico. Os cálculos para dimensionamento do pátio para compostagem foram realizados conforme as equações descritas no Manual para Implantação de Compostagem e de Coleta Seletiva no Âmbito de Consórcios Públicos do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010).

3.4 Estimativa de custos

Para estimar os investimentos iniciais previstos para a realização da compostagem foram listados utensílios e ferramentas necessários para a realização do processo (MMA, 2010).

Também foram dispostos os custos com a operação e manutenção da usina de compostagem. Para estimação do custo da energia elétrica foram somados o consumo mensal (kWh) de equipamentos e aparelhos essenciais na operação da usina, multiplicando o total pelas tarifas da Copel (Companhia Paranaense de Energia; COPEL, 2023). Os gastos com despesas com água foram estimados e acrescidos de 80% para taxa de esgoto (SANEPAR, 2023).

As estimativas dos valores referentes aos salários dos colaboradores envolvidos foram realizadas utilizando-se a plataforma Glassdoor, que fornece a média salarial de cada região, baseada no Sistema Nacional de Empregos (SINE) (GLASSDOOR, 2023). Na determinação dos encargos trabalhistas foi considerado os cálculos desenvolvidos pelo Centro de Estudos Sindicais e de Economia do Trabalho (Cesit), que considera um salário contratual hipotético de U\$ 100 e calcula, a partir dos percentuais definidos em lei, o desembolso total do empregador (CAVALCANTI, 2020), estimando em 53,8% sobre o salário.

Não foram contabilizados os gastos com aquisição de terreno, pois a prefeitura dispõe de áreas públicas para a instalação do projeto.

3.5 Impactos Ambientais

Para a identificação, valoração e interpretação dos prováveis impactos ambientais associados a implantação e operação do empreendimento, foram considerados os atributos e pontuações dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos e pontuação utilizados na matriz de impacto ambiental para estimar os impactos ambientais associados à usina de compostagem

Atributo	Conceito	Pontuação
Natureza do impacto	Positivo	P
	Negativo	N
Fase de ocorrência	Instalação/Implantação	I
	Operação	O
Probabilidade de ocorrência	Nula	N
	Possível	P
	Certa	C
Magnitude	Pequena	1
	Média	3
	Grande	5
Importância	Pequena	1
	Média	3
	Grande	5
Possibilidade de reversão	Reversível	1
	Parcialmente reversível	3
	Irreversível	5
Abrangência	Local	1
	Regional	3
	Nacional	5
Duração	Temporária	1
	Permanente	3
	Cíclica	5

FONTE: Adaptado de BASTOS, 2013.

Além disso, para a criação da matriz de impacto ambiental, também foi calculado o Índice de Significância (IS) (Equação 1). Através do valor do IS foi possível estimar a significância do impacto (Tabela 2; BASTOS, 2013).

$$is = (am \cdot 2) + (ai \cdot 2) + ar + aa + ad \quad (1)$$

Onde: *is*: índice de significância; *am*: magnitude; *ai*: importância; *ar*: possibilidade de reversão; *aa*: abrangência; *ad*: duração.

Tabela 2 - Índice de Significância

Índice de Significância (IS)	Significância
0	Não Ocorrerá
1 a 12	Não Significativo
13 a 19	Pouco Significativo
20 a 27	Moderadamente Significativo
28 a 38	Altamente Significativo

Fonte: Adaptado de BASTOS, 2013.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que entre os anos de 2012 e 2022 foram acumulados um total de 152.386,01 toneladas de resíduos sólidos urbanos, o que resulta em média 13.853,27 ton/ano, e uma média mensal de 1.154,49 toneladas.

Observou-se que a maior média diária no período foi igual a 55,87 ton/dia, sendo essa a referência utilizada na determinação da matéria orgânica, uma vez que os resíduos orgânicos do município correspondem a 48% deste montante (PARANÁ, 2018). Assim, a quantidade máxima a ser compostada é de aproximadamente 26,8 toneladas/dia. Como a quantidade é inferior a 100 ton/dia de resíduos a serem tratados, recomenda-se o método tradicional de compostagem, conforme Portal Resíduos Sólidos (PRS, 2022).

A geração *percapita* de resíduos sólidos no município foi estimada em 1,15 kg/hab.dia, estando acima da média estadual de 0,854 kg/hab.dia (PARANÁ, 2018). E acima também da média nacional de 1,07 kg/hab.dia (ABRELPE, 2022). Já para os resíduos orgânicos, estimou-se em 0,55 kg/hab.dia.

Observou-se ainda que, atualmente, o município conta com a coleta seletiva de recicláveis secos realizada pela AMCORESPP (Associação Municipal dos Coletores de Resíduos Sólidos de Pontal do Paraná). No ano de 2021, por exemplo, o metal foi o tipo de resíduo que apresentou maior coleta (108,22 toneladas), seguida por papelão e plástico com 69,38 e 56,69 toneladas, respectivamente.

Os resíduos sólidos urbanos coletados são destinados ao aterro sanitário localizado no município de Paranaguá, no bairro Alexandra, pois o antigo aterro sanitário de Pontal do Paraná, desde 2019, funciona como área de transbordo. No ano de 2018, foi classificado como aterro controlado e teve sua licença ambiental de operação suspensa devido à má operação (PROTA, 2021; PARANÁ, 2018; SNIS, 2021).

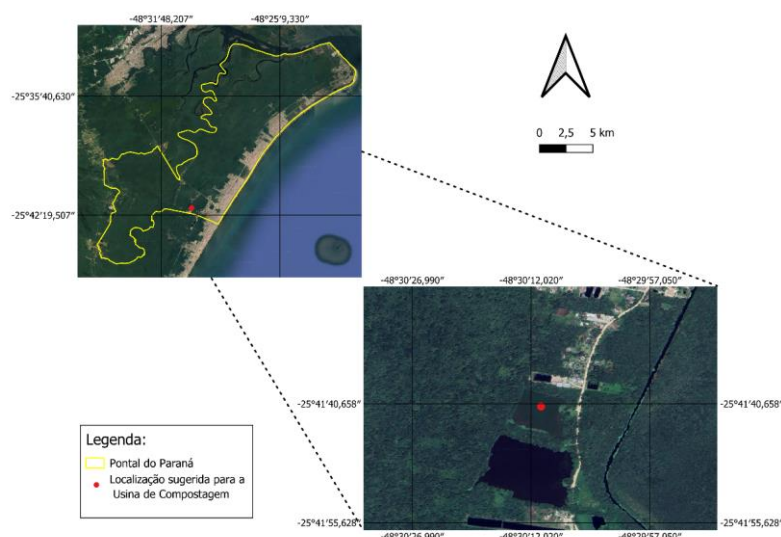
Segundo a SMMA, atualmente os gastos somados com a coleta e destinação final dos resíduos sólidos urbanos de Pontal do Paraná chegam a R\$ 8.788.158,72 anualmente.

4.1 Estrutura da usina de compostagem

A área de disposição das leiras, ou pátio de compostagem, deverá ser impermeabilizada com manta de PEAD (polietileno de alta densidade) para evitar a contaminação do solo e da água subterrânea. Recomenda-se também que o pátio seja coberto para proteger as leiras das fortes precipitações.

Sugere-se que a localização da usina seja na ZEAS (Zona Especial de Aterro Sanitário) conforme a Lei nº 9 de 28 de outubro de 2014 que dispõe sobre o Zoneamento, o Uso e a Ocupação do Solo do Município de Pontal do Paraná. Além disso, a ZEAS situa-se em uma ZDD (Zona de Desenvolvimento Diferenciado), conforme o Zoneamento Ecológico Econômico do litoral paranaense. A Figura 2 demonstra a localização sugerida sob as seguintes coordenadas: Latitude: 25° 41' 41.59" S e Longitude: 48° 30' 11.03" O.

Figura 2 – Localização sugerida para a usina de compostagem no município de Pontal do Paraná-PR



Sistema de coordenadas: SIRGAS 2000.

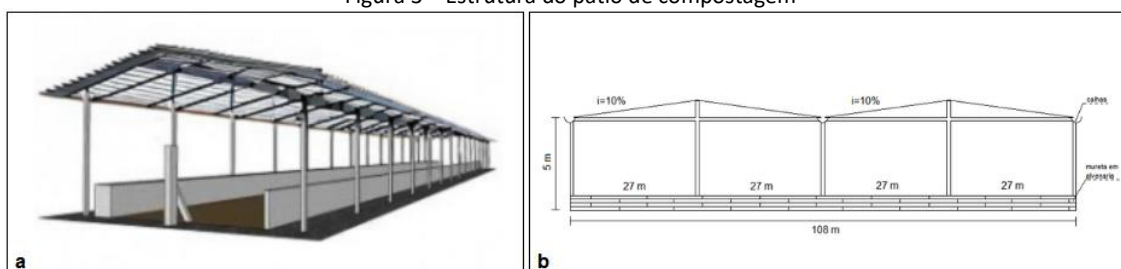
Fonte: Os autores, 2023.

Para o dimensionamento adotou-se as recomendações do MMA (2010) com leiras de secção triangulares com base medindo 1,5m e altura de 1,5 m, e tempo de biodegradação da matéria orgânica de 120 dias, sugerindo uma leira para cada dia de coleta.

Assim, a área total necessária para o pátio compreendendo 120 leiras corresponde a 17.280 m². Além disso, foi adicionada uma área de 1.728 m² (10% da área total do pátio) destinado ao complexo da usina de compostagem. Deste modo, a área total da usina foi estimada em 19.008 m². Salienta-se que, como no horizonte de projeto, a população projetada será de 48.066 habitantes, a área total destinada para a usina deve ser 33.838 m².

Como no litoral paranaense ocorre muita precipitação (acima de 2000 mm), sugere-se que o pátio de compostagem tenha uma cobertura de PRFV (poliéster reforçado com fibra de vidro), permitindo a entrada de luz solar, construído em duas águas possibilitando o escoamento para as laterais, onde serão instaladas calhas que direcionam a água da chuva para armazenamento, podendo ser utilizada para reuso, a Figura 3 demonstra a estrutura do pátio. Devido as dimensões, o pátio foi dividido em dois para facilitar a instalação da cobertura com inclinação de 10%.

Figura 3 – Estrutura do pátio de compostagem



a) Exemplo de estrutura do pátio de compostagem

b) Faixada do pátio de compostagem

Fonte: Os autores, 2023.

4.2 Despesas, custos e receita

Os orçamentos iniciais foram estimados em R\$ 31.532,90 contemplaram os diversos parâmetros operacionais para os itens de despesas sugeridos por MMA (2010; Tabela 3), que devem ser revistos periodicamente durante a operação da usina.

Tabela 3 - Investimento inicial em utensílios e equipamentos para a usina de compostagem proposta

Item	Parâmetro	Quantidade	Valor médio (R\$)	
			Unitário	Total
Termômetro de solo (haste 80 cm)	1 para 3 toneladas processadas	9	340,01	3.060,09
Peneira manual (malha 8mm)	1 por cada revirador de leira	10	25,50	255,00
Carro de mão (plástico)	1 por cada revirador de leira	10	167,07	1.670,70
Garfo (10 dentes)	1 por cada revirador de leira	10	42,50	425,00
Pá	1 para 2 toneladas processadas	14	63,75	892,50
Enxada	1 para 2 toneladas processadas	14	42,50	595,00
Mangueira 50m ¾"	1 para 2 toneladas processadas	14	191,26	2.677,64
Regador (plástico 10L)	1 para 2 toneladas processadas	14	21,25	297,50
Vassoura	1 para 2 trabalhadores de pátio	8	10,63	85,04
Vassoura metálica	1 para 2 trabalhadores de pátio	8	42,50	340,00
Balde (20L)	1 para 2 toneladas processadas	14	21,25	297,50
Motosserra	1 por unidade	1	4.431,69	4.431,69
Triturador de galhos	1 por unidade	1	3.187,61	3.187,61
Balança 500 kg	1 por unidade	1	5.153,31	5.153,31
Computador	1 por unidade	1	2.550,00	2.550,00
Impressora	1 por unidade	1	580,00	580,00
Mesa	1 por funcionário administrativo	2	361,26	722,52
Cadeira	2 por funcionário administrativo	4	106,26	425,04
Armário	1 por unidade	1	616,27	616,27
Arquivo de aço	1 por unidade	1	616,27	616,27
Microondas	1 por unidade	1	522,77	522,77
Geladeira	1 por unidade	1	1.389,80	1.389,80
Fogão	1 por unidade	1	741,65	741,65
Total:				31.532,90

Fonte: Os autores, 2023.

Os custos de operação e manutenção são relacionados aos gastos para a realização dos serviços de compostagem e foram estimados em R\$ 48.425,78. Levando em consideração que, a coleta de resíduos do município é realizada de segunda a sábado (PREFEITURA MUNICIPAL DE PONTAL DO PARANÁ, 2023), propõe-se que a usina opere nesses dias. O valor estimado para os salários dos colaboradores levou em conta a carga horária de 44 horas semanais, em conformidade com a Consolidação das Leis do Trabalho (BRASIL, 1943).

De acordo com MMA (2010), 1 kg de material orgânico processado rende aproximadamente 0,5 kg de composto, fator que levaria a usina de compostagem de Pontal do Paraná a uma produção mensal de 405 ton do composto, ou 4.860 ton/ano. Segundo a Embrapa (2022), o valor médio da tonelada do produto é de R\$ 250,00 podendo variar dependendo da região. O que geraria um capital de R\$ 101.250,00/mês, com sua receita bruta anual atingindo R\$ 1.215.000,00.

4.3 Impactos Ambientais

Para implantação de uma usina de compostagem, a legislação exige o Estudo de Impacto Ambiental acompanhado do Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) (CONAMA, 1986). Neste contexto, são apresentadas a seguir os principais aspectos e impactos ambientais identificados para a construção e operação de uma usina de compostagem.

4.3.1 Áreas de Influência

A Área Diretamente Afetada (ADA), positiva ou negativamente, são as áreas que sofrem diretamente os efeitos produzidos por uma ou mais atividades tecnológicas do empreendimento. Considerou-se a ADA como sendo a área total requerida para o empreendimento (33.838 m²) (Figura 4). A AID é onde os impactos incidem de forma direta sobre os recursos ambientais, corresponde a área onde será implantado o empreendimento e seu entorno imediato (CONAMA, 1986). Foi delimitado um raio de 500 metros a partir da “borda” da ADA, como Área de Influência Direta (AID) (Figura 4).

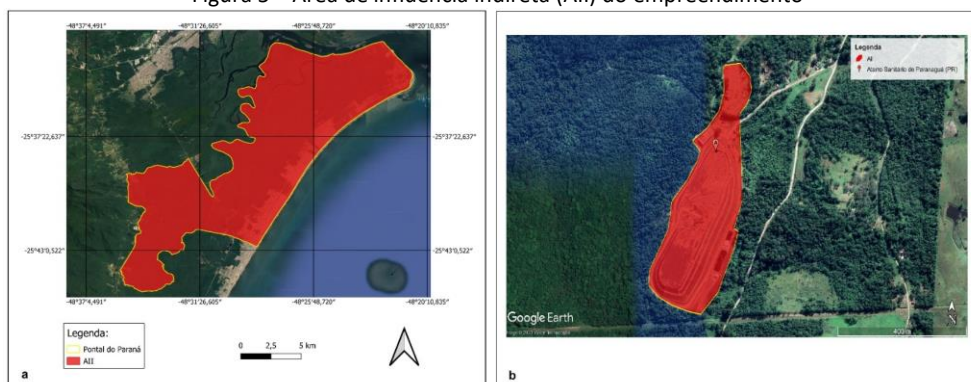
E, finalmente foi delimitada a Área de Influência Indireta (AII) que é definida como a área real ou potencialmente afetada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento (Figura 5; IBAMA, 2006). Desta forma, a AII abrange a AID e ADA, e será considerada como sendo a área total do município de Pontal do Paraná (Figura 5a), juntamente com o aterro sanitário de Paranaguá localizado no município de Paranaguá (Figura 5b) sob as seguintes coordenadas: Latitude: 25° 31' 56.72" S e Longitude: 48° 39' 58.72" O.

Figura 4 – Localização do empreendimento e delimitações das áreas de influência direta (AID) e área diretamente afetada (ADA)



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 5 – Área de influência indireta (AII) do empreendimento



a) Área de influência indireta (AII) do empreendimento localizado no município de Pontal do Paraná-PR.
b) Área de influência indireta (AII) no município de Paranaguá-PR

Fonte: Os autores, 2023.

4.3.2 Matriz de impacto ambiental

Através do diagnóstico ambiental do meio biótico, físico, e socioeconômico da região do empreendimento foram identificados 28 impactos diretos e/ou indiretos durante a instalação e operação, conforme a matriz de impacto ambiental (Tabela 4).

Tabela 4 – Matriz de impactos ambientais estimados para o empreendimento.

Impacto	na	fo	po	am	ai	ar	aa	ad	IS	S
MEIO BIÓTICO										
Isolamento de populações de animais silvestres em função da fragmentação da paisagem natural	N	I/O	C	5	5	3	3	5	31	AS
Perda de cobertura vegetal nativa	N	I	C	3	5	1	1	1	19	PS
Alteração da composição da fauna e desequilíbrio ecológico	N	I	C	1	5	5	3	3	23	MS
Aparecimento de vetores e espécies sinantrópicas	N	O	P	3	5	5	3	1	25	MS
Perda de habitats	N	I/O	C	5	5	3	1	3	27	MS
Alteração da paisagem	N	O	C	5	5	5	1	5	31	AS
Alterações em áreas de ocorrência de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas	N	I/O	N							NO
Diminuição de área de ocorrência de espécies nativas	N	I/O	N							NO
Redução da variabilidade genética	N	I/O	P	3	5	1	1	1	19	PS
MEIO FÍSICO										
Alteração da qualidade de água	N	O	P	3	3	1	1	1	15	PS
Alteração do balanço hídrico	N	I/O	N							NO
Alteração nos usos da água	N	I/O	N							NO
Alteração da qualidade do ar	N	I	C	3	3	1	1	1	15	PS
Alteração do uso e ocupação do solo	N	I	C	3	3	3	1	1	17	PS
Alteração da dinâmica do ambiente	N	I/O	C	3	3	3	1	3	19	PS
Poluição por efluentes líquidos ou resíduos sólidos	N	I/O	P	3	5	1	1	5	23	MS
Geração de odores	N	O	C	5	5	3	1	1	25	MS
Aumento dos índices de ruído	N	I/O	P	3	5	1	1	1	19	PS
Contaminação do solo	N	O	P	5	5	3	1	3	27	MD
Diminuição da capacidade de regeneração do meio	N	I/O	P	1	3	1	1	1	11	NS
MEIO SOCIOECONÔMICO										
Alteração das condições da qualidade de vida	P	O	P	1	5	1	3	1	17	PS
Alteração da taxa de emprego	P	O	P	3	1	1	3	1	13	PS
Alteração das atividades comerciais e de serviços	P	I/O	P	5	1	1	3	1	17	PS
Alteração das finanças municipais	P	O	C	5	5	1	1	1	23	MS
Potencialidade de acidentes com a população local e temporária	N	I/O	N							NO
Alteração na infraestrutura local	P	I/O	C	3	5	3	3	3	25	MS
Alteração das condições de abastecimento e comercialização	P	O	C	3	1	1	3	1	13	PS
Inundações das áreas	N	I/O	N							NO

Legenda: **na**: Natureza do impacto – **P**: Positivo, **N**: Negativo; **fo**: Fase de ocorrência – **I**: Instalação/Implantação, **O**: Operação; **po**: Probabilidade de ocorrência – **N**: Nula, **P**: Possível, **C**: Certa; **am**: Magnitude – **1**: Pequena, **3**: Média, **5**:

Grande; **ai**: Importância – **1**: Pequena, **3**: Média, **5**: Grande; **ar**: Reversibilidade – **1**: Reversível, **3**: Parcialmente reversível, **5**: Irreversível; **aa**: Abrangência – **1**: Local, **3**: Regional, **5**: Nacional; **ad**: Duração – **1**: Temporária, **3**: Permanente, **5**: Cíclica; **IS**: Índice de Significância; **S**: Significância – **NO**: Não Ocorrerá, **NS**: Não Significativo, **PS**: Pouco Significativo, **MS**: Moderadamente Significativo, **AS**: Altamente Significativo.

Fonte: Os autores, 2023.

Os impactos mais relevantes observados para a implementação e operação da usina de compostagem foram o isolamento de populações de animais silvestres em função da fragmentação da paisagem natural e a alteração da paisagem, que poderiam ser mitigados com a criação de corredores ecológicos e a plantação de cercas verdes com espécies nativas.

Observou-se ainda significância de probabilidade de contaminação por efluentes devido à biodegradação de resíduos que pode ser mitigada com um projeto de recolhimento e tratamento deste, e o seu retorno por bombeamento às leiras para controle de umidade e de aceleração do processo de tratamento, uma vez que os mesmos contêm nutrientes e microbiota oriunda da bioestabilização dos resíduos.

4.3.3 Programas e ações de controle, monitoramento e mitigação

Com o intuito de evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública, sugerem-se programas e ações ambientais para serem implementados considerando os meios físico, biótico e antrópico, conforme destacados na Tabela 5.

Tabela 5 – Programas e ações de controle sugeridos para a usina de compostagem de Pontal do Paraná-PR

Programa/Ação	Descrição
MEIO FÍSICO	
Programa de monitoramento da qualidade do solo	Devido ao acondicionamento dos resíduos sobre o solo, este programa se faz necessário para mitigar os possíveis impactos à qualidade do solo que pode ser gerado pela operação da usina. Deve-se atentar à flora bacteriana existente, bem como insetos e invertebrados que garantem o equilíbrio no solo. O programa também deve visar averiguar e garantir que os efluentes gerados não contaminem o solo, garantindo uma impermeabilização permanente.
Programa de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS)	A unidade de compostagem deverá criar um protocolo para a triagem dos resíduos, separando-os de acordo com os materiais que o compõem dentro da usina devido à sua operação, tais como a geração de resíduos das atividades administrativas. Dentre os objetivos deste programa estão: reduzir a geração de resíduos, evitar contaminação do solo e águas superficiais, implementar dispositivos de acondicionamento, e métodos de coleta e disposição final dos resíduos.
Manutenção de cerca viva	Sugere-se o uso de cercas vivas no entorno da usina para evitar o mau odor devido à decomposição da matéria orgânica, além de mitigar a propagação de ruídos para o meio externo e alterações à paisagem.
MEIO BIÓTICO	
Programa de monitoramento da fauna	É necessário realizar um monitoramento constante da fauna na área de influência da usina com o intuito de mitigar possíveis danos à biota, utilizando de procedimentos de análise de dados, baseado nos princípios de ecologia de comunidades.
Plano de recomposição da área desmatada	Este plano visa recuperar a identidade visual botânica do local através da classificação de algumas espécies endêmicas e o reflorestamento, quando necessário, abrangendo toda a vegetação da área de influência.
Programa de monitoramento de vetores	Este programa está baseado no controle e monitoramento, visando a prevenção da transmissão de vetores e proliferação de doenças.
MEIO ANTRÓPICO	

Programa de educação socioambiental	Recomenda-se que sejam aplicadas campanhas em escolas, organizações públicas e privadas, e para toda a população sobre a importância da compostagem, incentivando a segregação dos resíduos para poderem ser utilizados para a compostagem, e esclarecimentos sobre o processo, incluindo seus benefícios e possíveis bônus econômicos, a fim de introduzir o hábito na comunidade.
-------------------------------------	---

FONTE: Os autores, 2023.

Em síntese, este trabalho mostrou que a usina de compostagem é viável e agregará valor de modo geral, trazendo ganhos socioeconômicos e ambientais. Além disso, há a possibilidade de consórcio entre os municípios vizinhos, para ampliar a produção e as vendas, o que possivelmente resultaria em melhoria de resultados.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a quantidade gerada de resíduos do município, considerando as baixas e altas temporadas, é inferior a 100 ton/dia, sendo possível utilizar o sistema de leiras para tratamento através do processo de compostagem tradicional, que utiliza a fermentação aeróbica. A área mínima necessária para a implementação da usina de compostagem é estimada em 19.008 m², considerando 120 dias de maturação para cada leira de 65 m², e de 33.838 m² considerando o horizonte do projeto, de 15 anos. O investimento inicial é cerca R\$ 31.532,90, e o custo mensal de operação e manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 48.425,78. Os gastos somados com coleta e destinação final dos resíduos sólidos urbanos chegam a R\$ 732.346,56 por mês, sendo que destes, R\$ 263.273,26 é referente à destinação final. Com a adesão do processo de compostagem dos resíduos orgânicos, cerca de R\$ 5.445,90/dia ou R\$ 65.349,79/mês poderiam ser poupados na destinação final dos resíduos sólidos urbanos. A usina proposta tem capacidade de geração de 405 ton/mês de biocomposto, podendo gerar um capital mensal de R\$ 101.250,00, considerando o gasto mensal da usina de compostagem, o lucro mensal estimado pode chegar a R\$ 52.824,22, ou R\$ 633.890,64 por ano. Diante do exposto, considerando os custos, os riscos e as possibilidades de retorno financeiro, conclui-se que a implantação da usina de compostagem no município de Pontal do Paraná é técnica e economicamente viável, além de ambiental e socialmente sustentáveis.

6. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de normas Técnicas. **NBR 13591/1996: Compostagem – Terminologia**. Rio de Janeiro, 1996.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2022**. Publicação: dezembro de 2022.

BASTOS, L.P.; **Matriz e índice de avaliação de impactos ambientais para a Implantação de pequenas centrais hidrelétricas**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC, Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia – PRODETEC. Curitiba, 2013.

BRASIL. Decreto-Lei nº 5.452 de 01 de maio de 1943. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). **Diário Oficial da União**: de 09/08/1943, pág. nº 11937, Brasília, DF.

CAVALCANTI, L.R. **Encargos trabalhistas no Brasil**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, outubro 2020 (Texto para Discussão nº 288). Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td288>> Acesso em 18 mai. 2023.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 1 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**: de 17/02/1986, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. Tarifas de energia elétrica. Classe: B3 – Comercial, Subclasse: Água, Esgoto e Saneamento Básico. 2023. Disponível em: <<https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/tarifas-de-energia-eletrica/>> Acesso em: 26 mar 2023.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Compostagem de resíduos orgânicos para uso na agricultura. 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agrobiologia/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/129/compostagem-de-residuos-organicos-para-uso-na-agricultura#:~:text=A%20compostagem%20%C3%A9%20uma%20tecnologia,reaproveitados%20na%20agricultura%20com%20seguran%C3%A7a>> Acesso em: 25 jul 2022.

GLASSDOOR. Pesquisa salarial. 2023. Disponível em: <<https://www.glassdoor.com.br/member/home/index.htm>> Acesso em: 26 mar 2023.

IAT – Instituto Água e Terra. **Zoneamento Ecológico Econômico do Paraná – ZEE/PR, Fase Litoral**. 2010. Mapa prognóstico.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. Instrução Normativa 125, de 18 de outubro de 2006. **Diário Oficial da União**: de 23/10/2006, Brasília, DF.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pontal do Paraná, Panorama. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/pontal-do-parana/panorama>> Acesso em: 20 ago. 2022.

MELO, C. X. de; DUARTE, S. T. **Análise da compostagem como técnica sustentável no gerenciamento dos resíduos sólidos**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Vol. 5, Nº 10, p. 691-710 - 31 ago. 2018. Disponível em: <<http://revista.ecogestaobrasil.net/v5n10/v05n10a21a.html>> Acesso em: 27 ago 2020.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, outubro de 2010.

PARANÁ. **PERS/PR: Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná**. Relatório 9.5, Produto 9.5, Relatório contendo os estudos econômicos para resíduos sólidos, Subsídios ao planejamento estratégico de PERS/PR; Relatório Síntese: rp3 - Relatório contendo o resultado das visitas técnicas municipais. Curitiba: Contrato de repasse Nº 375.157-11/2011/MMA/CEF, maio de 2018.

PONTAL DO PARANÁ. **Lei Complementar nº 9 de 28 de outubro de 2014**. Dispõe sobre o Zoneamento, o Uso e a Ocupação do Solo do Município de Pontal do Paraná, Estado do Paraná. Pontal do Paraná: Câmara Municipal, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PONTAL DO PARANÁ, Governo Municipal. Luiz Michelin Junior, do setor de Imprensa, publica em 01 de fevereiro de 2023, no site da prefeitura municipal: Atenção para as informações sobre coleta de resíduos e seletiva em Pontal do Paraná. 2023. Disponível em:

<<http://www.pontaldoparana.pr.gov.br//index.php?sessao=b054603368vfb0&id=1452219>> Acesso em: 28 mai 2023.

PROTA, M. Aterros sanitários do litoral têm diferentes realidades, mas futuro pede mudança. **jbLITORAL**. Paranaguá, Paraná, nov. 2021. Disponível em: <<https://jblitoral.com.br/aterros-sanitarios-do-litoral-possuem-diferentes-realidades-mas-futuro-pede-mudanca/>> Acesso em: 15 mai. 2023.

PRS - Portal Resíduos Sólidos. Compostagem De Resíduos Sólidos Orgânicos Urbano. Belém do Pará, 2022. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/compostagem-de-residuos-urbanos/>> Acesso em: 27 ago 2022.

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. Tabela de Tarifas de Saneamento Básico 2022. Anexo I da Resolução 009/2022 da AGEPAR - 13/04/2022. Categoria: Comercial / Utilidade Pública / Poder Público. Curitiba, 2022.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil**. Ano de referência: 2021. Brasília: dezembro de 2021.