DOI: https://doi.org/10.22409/labdge.v2.fc.68821

REVISTA DO LABDGE - UFF
ISSN: 2965-8675
LABORATÓRIO DE DESIGN THINKING, GESTÃO E ENGENHARIA INDUSTRIAL

Doutorado — Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Empreendedor — Empresa de Compostagem Dr. Catador. E-mail: robertoguiao@hotmail.com | Lattes: http://lattes.cnpq.br/1713578687086296 | ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9970-0434Volume 2 (2026) – Fluxo Contínuo

# Sustentabilidade econômica a longo prazo de sistemas de compostagem: um estudo de caso de uma microempresa em Volta Redonda.

## Long-term economic sustainability of composting systems: a case study of a microenterprise in Volta Redonda.

## Sostenibilidad económica a largo plazo de los sistemas de compostaje: un estudio de caso de una microempresa en Volta Redonda.

**Clariane da Silva Martins**[1]
**Nilson Brandalise**[2]
**Ana Carolina Maia Ângelo**[3]
**Hiago Tavares de Souza**[4]
**Afonso Aurélio de Carvalho Peres**[5]
**Roberto Guião de Souza Lima Junior**[6]

**Resumo**

A pressão de grandes movimentos ativistas acerca da temática “Meio Ambiente e Impactos Ambientais” tem feito com que mais pessoas se preocupassem com a destinação dos lixos, principalmente dos resíduos que podem tornar matérias primas em outro processo. Os resíduos orgânicos apesar de grande potencial poluidor quando descartados em aterros sanitários, podem ser reintroduzidos na cadeia produtiva, na forma de composto orgânico através da compostagem. Além de contribuir positivamente em características do solo, o composto permite a redução da utilização de adubos

[1] Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Brasil. E-mail: clarianemartins@id.uff. Lattes: http://lattes.cnpq.br/6029202467505761. Orcid: https://orcid.org/0009-0002-8243-9983
[2] Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção , Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Brasil. Email: nb@id.uff.br. Lattes: http://lattes.cnpq.br/8212959359349775. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0661-9918
[3] Professora do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: angeloana@id.uff.br. Lattes: http://lattes.cnpq.br/1689742487991423. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9713-0201
[4] Professor do Departamento de Engenharia de Agronegócios, Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: hiago_tavares@id.uff.br. Lattes: http://lattes.cnpq.br/8451567125802378 ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9262-773X
[5] Professor do Departamento de Engenharia de Agronegócios, Universidade Federal Fluminense (UFF). E-mail: afonsoaurelio@id.uff.br. Lattes: http://lattes.cnpq.br/1840173466290463. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9037-0715.
[6] Doutorado na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Empresa de Compostagem Dr. Catador. E-mail: robertoguiao@hotmail.com. Lattes: http://lattes.cnpq.br/1713578687086296. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9970-0434.

minerais. Dentro desse contexto, o objetivo desse estudo é analisar, do ponto de vista financeiro, a atual situação do projeto de compostagem realizado por uma microempresa localizada no município de Volta Redonda. O principal desafio é a sustentabilidade financeira de empresas que só atuam com compostagem, a longo prazo. A metodologia deste trabalho consiste em visualizar o cenário financeiro, com identificação do fluxo e aplicação do método de equivalente de certeza para determinação do VPL. Foi constatado que o projeto é viável financeiramente para os cenários realista e otimista e que é primordial a participação de clientes e parceiros no fluxo de caixa para este resultado. Entretanto, sem aporte financeiro dos mesmos, a empresa se torna inviável economicamente.

**Palavra-chave**: Equivalente de certeza; Resíduos orgânicos; Investimento.

**Abstract**

Pressure from major activist movements on the topic of "Environment and Environmental Impacts" has led more people to become concerned about waste disposal, especially waste that can become raw materials in other processes. Although organic waste has significant polluting potential when disposed of in landfills, it can be reintroduced into the production chain in the form of organic compost through composting. In addition to improving soil characteristics, composting reduces the use of mineral fertilizers. Within this context, the objective of this study is to analyze, from a financial perspective, the current situation of the composting project carried out by a microenterprise located in the municipality of Volta Redonda. The main challenge is the long-term financial sustainability of companies that only work with composting. The methodology of this work consists of visualizing the financial scenario, identifying the cash flow, and applying the certainty equivalent method to determine the NPV. It was found that the project is financially viable for both the realistic and optimistic scenarios, and that the participation of customers and partners in the cash flow is essential to achieve this result. However, without financial support from them, the company becomes economically unviable.

**Keyword**: Certainty equivalent; Organic waste; Investment

**Resumen**

La presión ejercida por importantes movimientos activistas sobre el tema del "Medio ambiente y los impactos ambientales" ha generado mayor preocupación por la gestión de residuos, especialmente aquellos que pueden convertirse en materias primas en otros procesos. Si bien los residuos orgánicos tienen un potencial contaminante significativo al ser desechados en vertederos, pueden reintroducirse en la cadena de producción en forma de compost orgánico mediante el compostaje. Además de mejorar las características del suelo, el compostaje reduce el uso de fertilizantes minerales. En este contexto, el objetivo de este estudio es analizar, desde una perspectiva financiera, la situación actual del proyecto de compostaje de una microempresa ubicada en el municipio de Volta Redonda. El principal reto es la sostenibilidad financiera a largo plazo de las empresas que operan exclusivamente con compostaje. La metodología de este trabajo consiste en visualizar el escenario financiero, identificar el flujo y aplicar el método de equivalentes de certeza para determinar el VAN. El proyecto resultó financieramente viable tanto en escenarios realistas como optimistas, y la participación de clientes y socios en el flujo de caja es esencial para lograr este resultado. Sin embargo, sin su apoyo financiero, la empresa se vuelve económicamente inviable.

**Palabra clave:** Equivalente de certeza; Residuos orgánicos; Inversión.

**Histórico editorial**

Recebido em: 10/08/2025 Aceito em: 14/11/2025

Publicado em: 19/10/2026

Licença de uso: Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

## Introdução

Em face do cenário atual, levando em consideração as discussões acerca do aquecimento global, qualidade do ar e aumento da temperatura terrestre, aumentou-se a necessidade de discutir formas de destinação dos resíduos gerado pela população.

Para uma melhor tratativa do tema e clareza das informações, foi criada em 2010 a Lei n°12.305/2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos, com objetivo principal de promover a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos no Brasil. Esta Lei incentiva a redução, reutilização, reciclagem e tratamento adequado desses resíduos, buscando minimizar os impactos ambientais e proteger a saúde pública. Além disso, a política estabelece responsabilidades compartilhadas entre governo, empresas e cidadãos, na gestão dos resíduos. Também incentiva a implementação de sistemas de coleta seletiva e a destinação correta dos resíduos, além de estimular a geração de empregos e renda na cadeia de reciclagem (BRASIL, 2010).

A reintrodução dos resíduos sólidos urbanos (RSU) na cadeia produtiva, através do composto orgânico é uma alternativa sustentável com potencial para trazer benefícios para a planta, solo e meio ambiente a longo prazo. Segundo Trombetta et al (2020), que avaliaram os resíduos orgânicos e suas implicações com o carbono orgânico e microbiota do solo, constataram que a utilização de RSU no solo tem efeitos positivos em alguns atributos, como valores de carbono e a quantidade e diversidade microbiológica do solo.

Ainda, Trombetta et al (2020), pontuam que a matéria orgânica provoca outras características ao solo que sofre este tipo de adubação, como estabilização e agregação de partículas ao solo, evitando o processo erosivo, melhoria da captação de água, ar e condutividade hidráulica do solo e elevação da capacidade de troca de cátions do solo, que contribui para retenção de nutrientes como magnésio, potássio e cálcio.

Dessa forma, é possível identificar que a reintrodução dos resíduos orgânicos contribui de forma positiva para o meio ambiente e, portanto, é fundamental que esta atividade seja conduzida em municípios, urbanos e rurais, a fim de reduzir os impactos ambientais. Segundo Veras et al (2020), a compostagem é um método de tratamento

com grande possibilidade de auxiliar o gerenciamento dos resíduos orgânicos, independentemente do porte do município. Também pontua que é uma forma de tratamento que minimiza a quantidade de matéria orgânica encaminhada para os aterros sanitários, aumentando a vida útil destes, além de reduzir a emissão de gases de efeito estufa e concentração orgânica no lixiviado[7].

Para criação de um centro de compostagem em escala é necessário realizar um balanço de massa do sistema, a fim de identificar todo o volume de material que entra e o volume de material que sai. Dessa forma, é possível mensurar a produtividade e a viabilidade financeira do processo e, assim, planejar melhor os gastos e investimentos a serem realizados.

A análise da viabilidade econômica e financeira é uma análise detalhada de um projeto, considerando todas as possíveis saídas e entradas de dinheiro, como despesas fixas e variáveis, custos fixos e variáveis, depreciação, investimento inicial, impostos, lucros, entre outras características. Esta análise é importante para prever possíveis problemas futuros no âmbito financeiro e tentar neutralizá-los.

A partir dos problemas expostos, acerca da viabilidade econômica de empresas de compostagem, como propor soluções a fim de tornar viável o desenvolvimento de um sistema de compostagem eficiente em escalas maiores?

O objetivo deste estudo será analisar financeiramente a situação atual do projeto de compostagem realizado por uma microempresa localizada no município de Volta Redonda.

Para atingir o objetivo geral foram desenvolvidos os objetivos específicos:

a) Analisar as entradas e saídas de dinheiro e mapear cenários para pontuar oportunidades de melhoria no fluxo de caixa

b) Identificar o VPL e TIR a partir do fluxo de caixa;

c) Aplicar o método equivalente de certeza no fluxo de caixa do projeto.

O desenvolvimento desta pesquisa tem como objetivo analisar a sustentabilidade financeira do projeto de compostagem a longo prazo. A produção e destinação dos resíduos sólidos, especialmente o urbano, é um problema mundial,

[7] GOMES et al. Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, n° 3, p. 449-462, 2015.

com consequências socioeconômicas e ambientais, devido à quantidade e a destinação serem descartados de maneira inadequada (Reis; Freitas, 2024). Portanto, a compostagem pode ser uma solução sustentável de reaproveitamento em que todos os indivíduos da comunidade podem atuar de maneira ativa, seja segregando o material durante o ato de descarte ou trabalhando diretamente no processo.

Atualmente os geradores, não têm custo nenhum para dispor os resíduos de forma geral, cabendo exclusivamente ao poder público o custo da coleta, transporte e disposição dos resíduos domiciliares (Castro, 2016). Entretanto, a compostagem não é uma atividade habitual nos municípios, e consequentemente são desenvolvidas por iniciativas voluntárias e privadas e, normalmente, cobram taxas para sua própria manutenção. Portanto, conclui-se a necessidade de estudar formas de viabilizar financeiramente o processo de compostagem e torná-la mais acessível.

Este trabalho é composto por uma introdução apresentando uma breve contextualização do tema, objetivos e justificativa da relevância do estudo, seguido da base teórica que conterá os principais pontos acerca da compostagem, sistemas de compostagem e análise financeira. A seguir será descrito a metodologia da pesquisa, descrevendo quais variáveis foram utilizadas e a ferramenta de equivalente de certeza aplicada. Posteriormente, será exposto os principais resultados juntamente com a conclusão. Por fim, será descrito as referências bibliográficas utilizadas.

## Base teórica

Nesta seção serão apresentados os resultados bibliográficos realizados acerca dos temas pertinentes ao trabalho, sendo eles:

a) Compostagem;
b) Sistemas de compostagem;
c) Análise Financeira.

### Compostagem

A compostagem é um processo natural de decomposição da matéria orgânica de origem animal ou vegetal. É um processo de estabilização aeróbica de forma

controlada da degradação biológica, possibilitando o retorno dos nutrientes do material original para o meio ambiente[8] (Veras et al, 2020).

Existe diferentes maneiras de realizar a compostagem e cada uma atende a uma situação distinta. Segundo Bortoli et al (2023), os processos de compostagem podem ser classificados quanto à: biologia (aeróbio, anaeróbio ou misto), quanto à temperatura (criofílico, mesofílico e termofílico), quanto ao ambiente (aberto ou fechado) e quanto ao processamento (estático/ natural e dinâmico/ acelerado).

Dentre as técnicas existentes, o processo de compostagem termofílica em leiras estáticas com aeração passiva tem sido aplicado com sucesso no Brasil para a compostagem comunitária ou institucional. Este tipo de método se justifica pela simplicidade, versatilidade e vasta experiência acumulada em projetos de sucesso no Brasil. A compostagem termofílica se caracteriza pela decomposição microbiológica de matéria orgânica que depende de oxigênio (aeróbia) e com a geração de calor. (Bortoli et al, 2023).

Na compostagem, após a mistura dos materiais e início do processo, a temperatura no interior da leira está próxima do valor encontrado no meio ambiente. Em seguida, as fontes de carbono facilmente biodegradáveis são consumidas pelos microrganismos, formando ácidos orgânicos como produto das reações e reduzindo o pH. Posteriormente, a biota passa a degradar as proteínas com liberação do amônio e elevação do pH. Por fim, complementa o autor, os compostos mais resistentes são parcialmente decompostos e transformados em húmus[9] (Veras et al, 2020).

Para que o processo de compostagem seja eficiente e obtenha-se o produto final desejado, é necessário observar alguns parâmetros, como temperatura, umidade, relação carbono/ nitrogênio e pH. Por se tratar de restos de alimentos, a proliferação de microrganismos indesejáveis e o odor forte pode indicar que o sistema não está em equilíbrio. As temperaturas na faixa de 65°C contribuem para a eliminação de possíveis microrganismos patogênicos e ervas daninhas. Contudo, quando os valores ultrapassam 70°C, o excesso de calor pode restringir o

[8] BREWER, L. et al. Agricultural Composting and Water Quality. Osu Extension, p. 1-29, 2013
[9] FONSECA, J. P. Q. B. Efeito da adição de borras de café sobre a compostagem de resíduos de Acacia dealbata L. (mimosa). 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônoma). Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, 2012.

desenvolvimento das bactérias e fungos e reduzir a atividade biológica[10] (Veras et al, 2020).

A umidade é fundamental para o bom funcionamento do processo, já que se o ambiente estiver com teor de umidade baixo ou muito alto pode ocasionar em diminuição ou até mesmo a morte da população dos microrganismos decompositores. O teor de umidade de 55% é o ideal no processo operacional de transformação de matéria orgânica em composto orgânico (Rocha et al, 2020)

A aeração no processo de compostagem aeróbio é imprescindível para que o oxigênio circule dentro da leira e evitar a geração de gases indesejáveis e chorume, além de diminuir o tempo de processamento do resíduo, conforme mencionado por Kiehl (1985).

A relação carbono/nitrogênio é importante para manutenção de todas as etapas do processo de compostagem. Quanto aos materiais e insumos necessários para que o processo de compostagem se desenvolva adequadamente, uma mistura adequada de resíduos úmidos (ricos em nitrogênio) e de matéria seca (rica em carbono) são necessárias (Bortoli et al, 2023).

O produto final da compostagem é designado composto orgânico, material com textura semelhante à de terra e sem odor. Este composto é capaz de enriquecer o solo com matéria orgânica, reduzir a erosão por chuvas e melhorar a aeração do solo, permitindo melhor desenvolvimento das raízes para captação de nutrientes e absorção de água. Além disso, age como material inoculante, acumulando macro e microrganismos benéficos para as plantas, conforme citado por Trombetta et al. (2020).

Portanto, a compostagem é uma solução com potencial de desenvolvimento. Concordante a esta afirmação, Rocha et al (2020) pontua que quando é realizado o manejo dos resíduos orgânicos, além de acarretar em contribuições positivas ao meio ambiente, também traz benefícios em âmbito social, como a integração da população local.

[10] MASSUKADO, L. M. Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares. 204 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

## Sistema de compostagem

A compostagem é um método que envolve mudanças químicas e biológicas complexas. Quando a atividade é feita no quintal de casa, alguns aspectos como material utilizado, espaço necessário e manutenção do sistema são bem mais simples de serem controlados. Entretanto, quando se trata de um sistema maior, que será responsável por reciclar resíduos orgânicos de uma população, seja uma comunidade local ou seja uma cidade inteira, esses aspectos tornam-se mais delicados.

Castro (2016) afirma que a gestão de resíduos sólidos urbanos é um dos desafios da gestão pública municipal e que muitos não contam com uma estrutura adequada para tratar os resíduos da própria população. Ainda, destaca que os esforços do município se concentram em destinar embalagens para reciclagem, não dando atenção ao potencial de aproveitamento dos resíduos orgânicos.

Bersan et al (2022) cita que a compostagem em larga escala enfrenta desafios para ser implantada e gerenciada, visto que há dificuldades em receber os resíduos segregados das residências e estabelecimentos comerciais, além do histórico de usinas de triagem e compostagem mal planejadas. Por conta da baixa adesão da população, este tipo de negócio, com sistema centralizado e mais longe da fonte geradora, é mais falível que sistemas descentralizados que são focados em tratar os resíduos orgânicos mais próximos de onde são gerados.

Apesar das dificuldades de implantação, tratar os resíduos que podem ser tratados e destinar apenas os rejeitos aos aterros sanitários, apresentam bons resultados a longo prazo. Lima et al (2022) que analisaram os custos do planejamento estratégico do sistema integrado de resíduos sólidos urbanos em Campo Grande (Mato Grosso) concluiu que o investimento na eficiência da coleta seletiva e da triagem dos recicláveis e unidades para realizarem a compostagem de resíduos orgânicos são mais estratégicos e financeiramente lucrativos que os aterros sanitários, mesmo os aterros com recuperação energética.

A criação da Usina de Triagem e Compostagem é uma alternativa para minimizar o volume de resíduos orgânicos que são destinados aos aterros sanitários. Contudo, o investimento inicial, os custos operacionais e de manutenção, além da destinação e aplicação do produto final (composto orgânico), são pontos que levam ao questionamento se é viável economicamente sua implantação. Macedo e Santos

(2022) que realizaram uma análise da eficiência de índice de qualidade para usinas de triagem e compostagem a fim de avaliar a qualidade operacional, organizacional e ambiental da empresa, constataram falhas no processo como o alto volume de rejeitos encaminhados a esta empresa.

Macedo e Santos (2022) realizaram uma pesquisa qualitativa em usinas de triagem e compostagem na cidade de São João do Rio Preto em São Paulo, e posteriormente a análise e interpretação dos resultados. Para o estudo consideraram nove indicadores: localização, legislação, quantidade de resíduos, condições de trabalho, infraestrutura, processo, responsabilidade socioambiental, processos administrativos e processos analíticos. Nesta avaliação, constataram um volume de 10% de material reciclável, o que pode ser mais uma fonte de arrecadação financeira para estas empresas. Entretanto do volume total de material recebido, apenas 30% era resíduos orgânicos, sendo os outros 60% rejeitos. Este alto volume de rejeitos recebidos impacta diretamente na logística e oneração de espaço disponível.

O espaço disponível para todo o processamento dos resíduos deve ser considerado de acordo com o volume planejado a receber. Segundo Castro (2016, p. 27), a área do pátio de compostagem deve-se estimada a partir do cálculo do volume de material a ser tratado em m3/ dia, determinação das dimensões das leiras e o número de leiras necessárias, área de circulação e por fim a área total do pátio. Estas características são importantes para pontuar o investimento que deverá ser realizado para implantação da usina de compostagem.

O município que abriga o centro de compostagem examinado no presente estudo se localiza no interior do estado do Rio de Janeiro. Volta Redonda possui aproximadamente duzentos e sessenta mil habitantes e, de acordo com dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a cidade possui 98,5% de escolarização e IDHM (Índice de desenvolvimento humano municipal) de 0,771 (IBGE, 2022).

O bom IDHM e a alta porcentagem de escolarização reflete em diversas práticas educativas no âmbito ambiental na cidade, como parcerias da prefeitura com projeto de compostagem em escolas, conforme mencionado no site oficial da Universidade Federal Fluminense (UFF, 2024). Estas práticas são importantes não só para o tratamento de resíduos orgânicos nestas instituições, como também a conscientização ambiental que os estudantes levam para suas residências.

Estas iniciativas em escolas e universidades são importantes, entretanto não são em um local independente focado apenas em tratamento de resíduos orgânicos. Portanto, para tal investimento em um local separado e que consiga atender as necessidades de uma cidade inteira, é importante a análise financeira dessa atividade.

A análise de viabilidade econômico-financeira possibilita, através do planejamento e avaliação do desempenho de determinado projeto, a sua prospecção futura. Assim, o investidor terá ciência do comportamento esperado, apresentado como uma proposta de investimento, partindo-se do pressuposto de que os critérios técnicos recomendados e os indicadores de produção foram respeitados, além de haver paridade temporal durante as avaliações, permitindo a comparação das propostas de investimentos[11] (Souza, 2024, p. 41)

**Análise Financeira**

A compostagem é um sistema simples de reciclagem de resíduos orgânicos, quando pensado em pequena escala. Contudo, para um realizar este projeto a fim de atender uma quantidade maior de pessoas, é importante realizar um estudo de viabilidade econômica.

Lima et al (2022, p. 752) divide os cálculos dos gastos em dois grupos: CAPEX, que se refere às despesas de capital como aquelas com veículos, projetos e licenciamento ambiental, obras de construção civil, maquinários e equipamentos; e OPEX, referente às despesas de operação, como aquelas com combustíveis e lubrificantes, ferramentas e materiais, equipamentos de proteção individual (EPI) e equipamentos de proteção coletiva (EPC), energia elétrica, água, esgoto, entre outros.

A criação do fluxo de caixa é fundamental para o estudo financeiro do projeto, tornando-se ponto de partida para realizar algumas análises. A partir do fluxo de caixa, é possível determinar o VPL (Valor Presente Líquido), a TMA (Taxa mínima de atratividade), a TIR (Taxa interna de retorno).

[11] PERES, A. A. C; ALMEIDA, G. L.; BESERRA, V. A. A utilização de técnicas de engenharia econômica na avaliação de empreendimentos e tecnologias. In: DE CARLI, A. A.; SANTOS, F. S.; SEIXAS, M. (organizadores). A tecnologia em prol do meio ambiente: a partir de uma análise multidisciplinar. Rio de Janeiro: Lumen Juris, Cap VI, 2016.

O valor presente líquido (VPL) é um dos indicadores financeiros mais utilizados na análise de investimentos, tendo por finalidade avaliar os fluxos de caixa futuros de um projeto ao longo de um determinado período de tempo. O critério de viabilidade do projeto de investimento a partir do VPL se dá de forma simples: é considerado atraente todo investimento que apresenta um valor presente líquido maior ou igual a zero (Bergmann et al, 2023)

A taxa mínima de atratividade (TMA) é o custo de capital da empresa ou ainda o retorno médio obtido pela empresa em suas atividades[12] (Bergmann et al, 2023). Analisar a TMA em conjunto com a TIR e o VPL irá ser fundamental nas interpretações dos resultados. A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa e desconto hipotética que, quando aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, sejam iguais aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao valor presente[13] (Leod et al, 2020).

Com aplicação dos conceitos de VPL, TMA e TIR é possível extrair informações para análise do investimento a partir do fluxo de caixa do projeto. Além disso, outra ferramenta utilizada como apoio para realização de análises é o Equivalente de certeza. Este método consiste em penalizar o fluxo de caixa em função de seu risco através de uma equação matemática (Carmona e Aranda, 2003). A partir desses valores ajustados ao risco, é possível verificar o quanto o investimento é arriscado.

Como o retorno futuro está sempre sujeito a alguma incerteza, e esta deve, naturalmente, influenciar o retorno exigido pelo investidor, há que se considerar o grau de risco envolvido nas decisões de investir (Costa, 2007, p. 25). Com auxílio das ferramentas financeiras citadas acima, será possível realizar uma análise quantitativa da viabilidade financeira do projeto.

## Metodologia

Em relação à metodologia do trabalho, foi realizado análises dos dados obtidos do fluxo de caixa de uma microempresa de compostagem localizada em Volta

[12] PUCCINI, A. L. Matemática Financeira: Objetiva e aplicada. São Paulo: Elsevier, 2011. 384p.
[13] Keynes, J. M. (1936). The general theory of employment, interest and money. New York: Harcourt Brace and Company.

Redonda. Desse modo, caracteriza-se o trabalho como caráter quantitativo, com auxílio de pesquisa exploratória e descritiva para atingir o objetivo proposto.

O presente trabalho foi desenvolvido a partir do estudo detalhado de fluxo de caixa da microempresa, pontuando todas as entradas e saídas de capital, listadas em uma tabela. Em seguida foi determinado um período em que essas transações financeiras ocorreram, assim como a deflação correspondente.

As entradas financeiras consideradas na empresa, foram os planos de coleta e a comercialização de composto. As saídas estão descritas na tabela 1.1, conforme cada cenário:

**Tabela 1. Saídas financeiras consideradas para o cenário realista, otimista e pessimista:**

| **Saídas** | | |
|---|---|---|
| **Plano Realista** | **Plano Otimista** | **Plano Pessimista** |
| Benfeitorias | Benfeitorias | Benfeitorias |
| Máquinas | Máquinas | Máquinas |
| Equipamentos | Equipamentos | Equipamentos |
| Ferramentas | Ferramentas | Ferramentas |
| Mão de obra | Equipamentos administrativos | Equipamentos administrativos |
| EPI | Mão de obra | Mão de obra |
| Escritório | EPI | EPI |
| Embalagem | Escritório | Escritório |
| Serviços terceirizados | Embalagem | Embalagem |
| Materiais de consumo | Serviços terceirizados | Serviços terceirizados |
| Taxas e impostos | Materiais de consumo | Materiais de consumo |
| Manutenção de benfeitorias | Taxas e impostos | Taxas e impostos |
| Manutenção de máquinas | Manutenção de benfeitorias | Manutenção de benfeitorias |
| Manutenção de equipamentos | Manutenção de máquinas | Manutenção de máquinas |
| Manutenção de ferramentas | Manutenção de equipamentos | Manutenção de equipamentos |
| | Manutenção de ferramentas | Manutenção de ferramentas |
| | Contas mensais | Contas mensais |

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Após determinar o saldo final em um período de 36 meses, os valores foram analisados a partir do método de equivalente de certeza para determinação do VPL ajustado ao risco.

O equivalente de certeza é calculado de acordo com a equação 1:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^{n} \frac{\alpha_{n\ X\ FC_n}}{(1+i_f)^n} \quad (1)$$

Onde:

$\alpha_n$ = Coeficiente de equivalência de certeza no período n;

$FC_n$ = Fluxo de caixa no período n;

$i_f$ = Taxa de desconto livre de risco.

Para determinação de $\alpha$ é utilizado a equação 2:

$$\alpha_t = \frac{(1+i)^t}{(1+k)^t} \quad (2)$$

Onde:

k = taxa ajustada ao risco.

Carmona e Aranda (2003) cita em seu trabalho que o equivalente de certeza busca relacionar os fluxos de caixa com base em seu risco (variabilidade). Está técnica permite resultados mais próximos do real e, assim, constatar a viabilidade do projeto.

Foi considerado para aplicação da fórmula o índice estipulado por Copom (Comitê de política monetária), sendo 14,75%. Também foi estipulado uma variação para taxa de risco, sendo: 15,25%, 15,50%, 15,75%, 16,00% e 16,25%.

Para avaliar a viabilidade financeira sob diferentes perspectivas, foi determinado três cenários: realista, otimista e pessimista. Para o cenário realista considerou-se o investimento, as receitas, os custos envolvidos na implantação e funcionamento e a renda adquirida a partir dos clientes e parceiros que possibilitam diminuir custos. No cenário pessimista, foi pontuado todos os investimentos necessários para a implantação, além de desconsiderar qualquer possível aporte financeiro de parceiros ou incentivos público e privado para implantação e manutenção do centro de compostagem. Assim como o cenário pessimista, o cenário otimista, baseou-se em não haver incentivos financeiros para sua implantação, entretanto com uma estimativa maior de quantidade de clientes fixos, possibilitando a sustentabilidade da empresa a longo prazo.

Com base nesses três cenários, foi possível realizar os cálculos para o valor presente líquido, ajustado ao equivalente de certeza, e, assim, ter uma estimativa da viabilidade de implantação da empresa destinada ao tratamento de resíduos orgânicos.

**Resultados e discussão**

Após realização do fluxo de caixa para três cenários: realista, otimista e pessimista, encontrou-se os resultados demonstrados na tabela 2. A análise de cenários pode ser usada para se lidar com o risco do projeto e captar a variabilidade das entradas de caixa e dos VPLs. Essa técnica é usada frequentemente útil para fornecer uma noção da variabilidade do retorno em relação a variações de algum resultado fundamental (Gitman, 2010, p. 396).

**Tabela 2. Valor presente líquido (VPL) ajustado a equivalente de certeza, em reais e taxa interna de retorno (TIR), em % para os três cenários avaliados:**

| **Taxas** | 15,25% | 15,50% | 15,75% | 16,00% | 16,25% | TIR |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Realista** | R$ 14.724,81 | R$ 13.791,49 | R$ 12.865,10 | R$ 11.945,55 | R$ 11.032,77 | 19,43% |
| **Otimista** | R$ 96.712,80 | R$ 95.177,41 | R$ 93.653,05 | R$ 92.139,62 | R$ 90.637,01 | 35,72% |
| **Pessimista** | -R$ 361.200,78 | -R$ 361.528,11 | -R$ 361.851,54 | -R$ 362.171,12 | -R$ 362.486,89 | - |

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

É possível observar que para o cenário realista apesar de apresentar os menores valores de VPL positivos, resultou em uma TIR de 19,23%. Para o cenário otimista houve uma maior variação (de R$96.712,80 para R$90.637,01) à medida que aumentou a taxa, porém, apresentou uma TIR de 35,72%. O cenário pessimista foi o único dos três que resultou em valores negativos, atingindo R$362.486,89 negativo para a taxa de risco mais alta.

A partir desses valores, é considerável observar que aportes financeiros vindo de parceiros e clientes e a quantidade de capital financeiro que entra com a venda dos produtos e serviços são variáveis de suma importância para manutenção da empresa de compostagem a longo prazo.

O aporte financeiro através de parcerias é interessante para o investimento inicial. Segundo Bortoli et al (2023) que realizaram um estudo de viabilidade para utilização de compostagem para reciclar os resíduos vegetais em uma instituição de

ensino, contataram em sua pesquisa que apesar da restrição orçamentária para implantação, a utilização de compostagem para reciclar resíduos vegetais torna-se viável através da busca de recursos junto à órgãos de fomento.

Gitman (2010) pontua que a principal causa para quebra de empresas é a má gestão, incluindo elevados custos de produção, gaps no mapeamento do fluxo de caixa e a não avaliação do risco adequadamente. Estes fatores são primordiais no planejamento de implantação do projeto de compostagem, pois a manutenção a longo prazo será impactada diretamente pelo capital.

Silva et al (2020) que objetivaram estudar um projeto de usina de compostagem, ressaltam sua importância para redução do volume enviado a aterros sanitários, sendo esses focados em receber apenas rejeitos. Em sua pesquisa, após identificarem os possíveis custos e despesas para implantação e manutenção, afirmam a viabilidade de criação da usina de compostagem no município de Munhoz, trazendo ganhos socioeconômicos e ambientais. Os autores chegaram a valores de VPL R$ 196.140,49 no período de 10 anos, com TIR de 10,50%.

Gomes et al. (2015) que avaliou os impactos ambientais provenientes de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem, concluiu que o ganho ambiental, no cenário em que há presença de compostagem no sistema, é notório com reduções de 77,1% nas emissões atmosféricas e 72,4% na geração de rejeitos que seriam aterrados. Dessa maneira, é perceptível que além de renda, tratar os resíduos orgânicos de forma eficaz é imprescindível para as futuras gerações.

Mersoni e Reichert (2017) que também avaliou cenários para o tratamento de resíduos sólidos urbanos constatou que os cenários que contemplavam a compostagem apresentaram melhor desempenho ambiental, com redução de impactos causados.

Lima et al (2022) justifica que apesar dos custos elevados, o investimento em processos de compostagem é importante para redução do volume do material aterrado e consequentemente prolongar a vida útil de aterros sanitários e minimizar impactos ambientais.

**Conclusão**

É possível observar, que o método de equivalente de certeza, apesar de pouco explorado na literatura, é uma ferramenta bastante eficaz para análises de investimentos de risco. Os valores obtidos a partir do método contribuíram para entender os possíveis cenários financeiros que podem surgir a partir da implantação da empresa de compostagem sob diferentes aspectos, considerando o fluxo de caixa.

A partir das análises realizadas é possível inferir que os cenários realista e otimista para o centro de compostagem do presente estudo são viáveis economicamente e que para tal resultado, é fundamental o aporte financeiro de parceiros e clientes, além da comercialização dos produtos e serviços. Também é interessante para a empresa, investir em comercialização de outros materiais recicláveis para aumentar as entradas financeiras, visto que há um volume de materiais recicláveis que não são segregados na fonte geradora e consequentemente são encaminhados juntos aos resíduos orgânicos.

Ademais, é importante trabalhos de conscientização ambiental em escolas, para reforçar o papel individual de cada cidadão na responsabilidade coletiva em impactos ambientais. Além de minimizar os resíduos gerados dentro das instituições, os alunos envolvidos podem levar a conscientização ambiental para suas casas e, assim, replicar o trabalho desenvolvido.

Portanto, além dos benefícios sociais e ambientais apontados ao longo do trabalho, é possível inferir que o processo de compostagem também pode trazer ganhos financeiros quando planejado antes de ser implantado. Apesar de não ser viável economicamente sem aportes financeiros e apoio de parceiros, é importante entender os entraves para tais resultados e, dessa forma, traçar estratégias futuras para que cada vez mais empresas como esta, consigam se desenvolver sem ajudas de terceiros. Recomenda-se para estudos futuros, analisar a viabilidade financeira de centros de compostagem integrados com centros de reciclagem, além de outras formas de adquirir retornos financeiros envolvendo sustentabilidade.

**Referências**

BERGMANN, B. H., et al. Estudo da combinação de indicadores para análise da viabilidade de projetos: uma revisão da literatura. **Revista Gestão e Secretariado (GeSec)**, v. 14, n° 6, p. 10644-10665, 2023.

BERSAN, J. L. M. et al. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos provenientes de composteiras domésticas. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 10, n° 2, p. 240-258, 2022

BORTOLI, A. et al. Estudo de viabilidade para utilização de compostagem para reciclar os resíduos vegetais em uma instituição de ensino. **P2P & INOVAÇÃO**, v. 9, n° 2, p. 94-115, 2023.

BRASIL. **Lei n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília: Câmara dos Deputados, n. 81, 2010b.

CARMONA, E. A.; ARANDA, F. D. Análisis del riesgo em la gestión forestal e inversiones silviculturales: uma revisión bibliográfica. **Bosque**, v. 24, n° 1, p. 113-124, 2003.

CASTRO, M. C. A. A. Subsídios para elaboração de plano municipal para gestão da fração orgânica de resíduos sólidos domiciliares para o município de Rio Claro – SP. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 19, n° 2, 2016.

COSTA, J. C. S. Beta contabilístico e risco sistemático associado a projetos de investimento de capital. **ABCustos**, v. 2, n° 2, p. 24-46, 2007.

GITMAN, L. J. Princípios de administração financeira. 12ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010, p. 396.

GOMES, L. P. et al. Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem. **Revista Eng. Sanitária e Ambiental**, v. 30, n° 3, p. 449-462, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022) . Censo demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/volta-redonda/panorama

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. 1985. 1ª Ed. Piracicaba, Agronômica Ceres.

LEOD, R. E. O. M., et al. Viabilidade econômica de instalação de microcervejaria em Belo horizonte- MG com base no perfil de consumo de cervejas artesanais no Brasil. **Research, Society and Development,** v. 9, n° 8, 2020.

LIMA, P. M. et al. Análise de custos do planejamento estratégico do sistema integrado de resíduos sólidos urbanos em Campo Grande/ MS. **Revista Eng. Sanitária e Ambiental**, v. 27, n° 4, p. 749-759, 2022.

MACEDO, K. G.; SANTOS, P. A. M. Análise da eficiência de índice de qualidade para usinas de triagem e compostagem. **Research, Society and Development**, v. 11, n° 11, p. 1-13, 2022.

MERSONI, C.; REICHERT, G. A. Comparação de cenários de tratamento de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica da Avaliação do Ciclo de Vida: o caso do município de Garibaldi, RS. **Revista Eng. Sanitária e Ambiental**, v. 22, n° 5, p.863-875, 2017

REIS, C. V. G.; FREITAS, L. O uso da compostagem na educação ambiental: uma alternativa para redução do descarte de resíduos orgânicos. **Revista científica Faema**, v. 14, n° 2, p. 539-557, 2024.

ROCHA, E. A. et al. Compostagem dos resíduos sólidos orgânicos de restaurante por leiras estáticas aeradas. **Sustentare**, v. 4, n° 1, p. 13-23, 2020.

SILVA, M. S. et al. Estudo e projeto de uma usina de compostagem. **Brazilian Journal of Technoly**, v. 3, n° 4, p. 169-189, 2020.

SOUZA, H. T. **Serviços ecossistêmicos e o engajamento comunitário em centros de educação ambiental**. 135f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2024.

TROMBETTA, L. J. et al. Resíduos orgânicos e suas implicações com o carbono orgânico e microbiota do solo e seus potenciais poderes poluentes. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n° 7, p. 43996-44005, 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE – UFF. CESCOLA UFF VR. 2024. Disponível em: https://engenhariavr.uff.br/?page_id=158. Acesso em: 06 de julho de 2025.

VERAS, R.S. et al. Compostagem de resíduos urbanos em leiras estáticas com aeração passiva. **Revista DAE**, v. 68, n. 224, p. 168-183, 2020.