

Análise da viabilidade econômico-financeira de um centro de educação ambiental: um estudo entre 03/2020 e 02/2023

Economic-financial viability analysis of the environmental education center: a study between 03/2020 and 02/2023

Hiago Tavares de Souza¹, Bárbara Oliveira Arantes², Cristiano Lacerda de Oliveira³, Roberto Guião de Souza Lima Júnior⁴, Afonso Aurélio de Carvalho Peres⁵

RESUMO: O Brasil apresenta uma tendência de aumento na geração dos resíduos sólidos urbanos, cuja má gestão agrava disparidades socioambientais. Propôs-se analisar a viabilidade econômico-financeira de um Centro de Educação Ambiental (CEA), em Volta Redonda, RJ. A análise compreendeu o período de março de 2020 a fevereiro de 2023, sob três cenários: realista, pessimista e otimista. As informações para a construção dos fluxos de caixa foram fornecidas por um CEA no município, adequando-as aos cenários avaliados. Através da viabilidade econômico-financeira, determinou-se os indicadores econômicos de rentabilidade: Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Determinou-se o tempo de recuperação do capital investido. A identificação dos itens de maior influência nos resultados do VPL, bem como seu risco econômico-financeiro foram determinados pelas análises de Sensibilidade e Risco, respectivamente. Os cenários realista e otimista foram viáveis financeiramente e apresentaram rentabilidade de 19,43% e 35,72%, respectivamente, sendo considerados investimentos de baixo risco. A receita advinda da comercialização de pacotes empresariais foi o item de maior influência nos resultados econômicos. Diante disso, investir na permanência dos clientes, como também criar ações para a captação de novos, permitem a manutenção do CEA e contribui para sua expansão.

Palavras-chave: Análise de investimento; Compostagem; Resíduo orgânico.

ABSTRACT: Brazil shows a trend of increasing urban solid waste generation, whose mismanagement exacerbates socio-environmental disparities. The economic and financial feasibility of an Environmental Education Center (CEE) in Volta Redonda, RJ. The analysis covered the period from March 2020 to February 2023, and was analyzed under three scenarios: realistic, pessimistic, and optimistic. Cash flow data for the analysis were provided by a CEE in the municipality, adjusted to the evaluated scenarios. Economic and financial viability determined profitability indicators: Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR). The payback period for the invested capital was calculated. Sensitivity and Risk analyses identified the items with the greatest influence on NPV results and their economic and financial risk, respectively. The realistic and optimistic scenarios were financially viable, with profitability rates of 19.43% and 35.72%, respectively, considered low-risk investments. Revenue from the sale of corporate packages was the most influential factor in economic results. Therefore, investing in customer retention and implementing strategies for attracting new customers enables the sustainability and expansion of the CEE.

Keywords: Composting; Investment analysis; Organic waste.

¹ Discente do Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda (RJ), Brasil.

² Discente do Programa de Especialização *Latu Sensu* em Gestão de Produtos e Mercados no Agronegócio da Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda (RJ), Brasil.

³ Discente do Programa de Pós-graduação em Administração Pública da Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda (RJ), Brasil.

⁴ Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade Técnica de Dresden, Alemanha. Docente do Curso de Engenharia Ambiental no Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), Volta Redonda (RJ), Brasil.

⁵ Doutor em Ciência Animal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Docente Permanente do Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda (RJ), Brasil.

Autor correspondente: Afonso Aurélio de Carvalho Peres
E-mail: afonsoaurelio@id.uff.br

Recebido em: 2025-12-04
Aceito em: 2025-12-10

1 INTRODUÇÃO

O aumento na geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil nos últimos anos tem como causas o aumento do consumo per capita, o crescimento populacional associado à crescente urbanização do país, além do advento das novas tecnologias concomitantemente à obsolescência programada e a descartabilidade dos produtos. Assim, incentiva-se um modelo de consumo insustentável, que pressiona a exploração dos recursos naturais (Souza *et al.*, 2022).

Historicamente, a acentuação do consumo, estrategicamente impulsionada pela globalização, resulta em uma forma desenfreada e impensada de consumir. Essa prática insustentável, predominantemente nos países desenvolvidos, é a raiz dos principais desafios do século: o caos ecológico e a desigualdade social. Esse quadro caótico e desigual é evidenciado pela constante pressão do mercado consumidor sobre os recursos naturais, desconsiderando o potencial de reaproveitamento de resíduos. A má gestão dos resíduos sólidos, muitas vezes descartados de maneira inadequada, especialmente em comunidades socialmente vulneráveis, intensifica a desigualdade socioambiental, resultando em impactos significativos na saúde humana e no meio ambiente (Martine; Alves, 2015).

Dentre os desafios enfrentados pela civilização moderna, o gerenciamento dos resíduos sólidos apresenta-se como um problema não resolvido, frente ao crescimento populacional, aos impactos causados pela expansão da sociedade de consumo, ao aumento do descarte de resíduos sólidos no meio urbano, uma vez que o consumo supera a capacidade natural do meio de assimilar os restos das atividades antrópicas (Salomão, 2009; Melo; Duarte, 2018).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) todo material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades antrópicas na sociedade e que devam ter sua destinação final nos estados sólido ou semissólido, são considerados como resíduos sólidos, assim como gases contidos em recipientes e líquidos impossibilitados de serem lançados na rede pública de esgoto ou corpos hídricos (Brasil, 2010). Assim, para que ocorra a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos, estes devem ser reutilizados, reciclados, compostados, recuperados, ou deve haver seu reaproveitamento energético. Contudo, frente a uma dificuldade na destinação final, os RSU podem ser enviados para a disposição final em aterros sanitários, desde que permitido por órgão competente e que medidas de minimização dos impactos socioambientais sejam tomadas (Brasil, 2010).

A produção nacional de RSU, em 2019, atingiu 79 milhões de toneladas, sendo que os resíduos orgânicos corresponderam a 45,3% desse montante. Do total de RSU recolhidos, aproximadamente 59,5% foram adequadamente destinados do ponto de vista ambiental. Contudo, apenas 4% dos resíduos orgânicos foram encaminhados para usinas de compostagem (Abrelpe, 2020). Esses dados sugerem que uma parcela considerável dos resíduos orgânicos coletados provavelmente foi direcionada para aterros sanitários.

A compostagem de resíduos orgânicos implementa a logística reversa, permitindo reintegrá-los à cadeia produtiva como insumos agrícolas ou comercializando-os como adubo, agregando valor econômico. Essa prática evidencia a necessidade de conciliar crescimento econômico, proteção ambiental e equidade social, princípios fundamentais para a sustentabilidade e a viabilidade financeira de longo prazo (Melo; Duarte, 2018).

Para que a gestão de resíduos sólidos ocorra de forma compartilhada entre o cidadão, a sociedade e o Estado, como preconizado na PNRS, a educação ambiental desempenha papel fundamental (Brasil, 2010). A conscientização ambiental contribui para a formação de sujeitos ecológicos, uma vez que grande parte dos desequilíbrios ambientais estão relacionados a condutas e hábitos incorretos, que podem ser mudados através de simples ações cotidianas (Félix, 2007).

Este estudo tem por objetivo analisar a viabilidade econômico-financeira de um CEA existente no município de Volta Redonda, RJ, realizada no período compreendido entre março de 2020 e fevereiro de 2023. Esta análise se justifica visto que a promoção de práticas sustentáveis pode promover um gerenciamento de resíduos mais eficiente. Assim, a criação de um Centro de Educação Ambiental (CEA) pode representar o início deste processo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do estudo adotada foi a pesquisa aplicada, que segundo Nascimento (2015), tem por objetivo a geração de conhecimento que possa solucionar problemas específicos. A abordagem metodológica apresenta caráter quanti-qualitativo, visto que ocorre a combinação da contextualização dos fenômenos com a precisão dos resultados (Rodrigues; Oliveira; Santos, 2021). Adotou-se, concomitantemente, a pesquisa exploratória, bem como a pesquisa descritiva para que o objetivo proposto fosse alcançado completamente. Desse modo, caracterizou-se o sistema de operação de um Centro de Educação Ambiental (CEA) e sua implantação.

O CEA foi implantado em uma área de 2.000 m², localizada nas dependências do Clube dos Funcionários (CFCSN), em Volta Redonda (RJ). Foi realizada a caracterização e a quantificação dos itens necessários para implantação, bem como a precificação unitária de cada. Com relação a composição das receitas do CEA, estas foram oriundas da prestação de serviço de compostagem dos resíduos orgânicos, adicionadas a venda do composto orgânico produzido ao final do processo de tratamento dos resíduos. De posse das entradas (receitas) e saídas (despesas), construiu-se um fluxo de caixa, mensalmente, considerando um horizonte temporal compreendido entre março de 2020 e fevereiro de 2023, totalizando 36 meses, caracterizando a atividade desde sua implantação e seu funcionamento.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Compõem o CEA, a área destinada ao tratamento dos resíduos orgânicos, em conjunto com a área destinada ao desenvolvimento das demais iniciativas sustentáveis

presentes no Centro de Educação Ambiental, como a oferta de cursos, palestras, dia de campo, ações no cultivo de olerícolas na horta comunitária, entre outras.

As benfeitorias destinam-se ao tratamento de resíduos orgânicos por compostagem, compreendendo os pátios de compostagem, material seco, processamento e o jardim filtrante. O Centro de Educação Ambiental conta ainda com unidade de recicláveis, horta, sala de aula aberta, biodigestor e telhado verde. As áreas de apoio incluem cozinha, almoxarifado, escritório com telhado verde, banheiros e vestiário.

No pátio de material seco reservaram-se os restos vegetais, fonte de carbono, que serão utilizados na conformação das leiras de compostagem. É composto por uma área não pavimentada e sem cobertura, ocupando 75 m².

O pátio de compostagem é o local designado para a formação das leiras da compostagem, nas quais ocorre o processo de tratamento dos resíduos orgânicos coletados. Essa área conta com 250 m², que deve ser impermeabilizada, uma vez que sua função é permitir que os efluentes gerados durante o processo sejam escoados ao jardim filtrante.

Adjacente ao pátio de compostagem, o jardim filtrante trata os efluentes gerados no processo. Construído em alvenaria, com 24 m³ e formato retangular, recebe o efluente por tubulação. Bactérias presentes em sua base degradam a matéria orgânica, liberando nutrientes absorvidos pelas plantas e promovendo o saneamento ecológico do líquido resultante da compostagem.

O composto final foi armazenado no pátio de processamento, onde passou por peneiramento e seleção para uso no próprio CEA ou comercialização. Essa etapa ocorre em área coberta de 100 m², com estrutura metálica pré-moldada que protege o material de intempéries. Após o peneiramento, o composto é armazenado a granel para venda no atacado ou ensacado para o varejo, sendo parte dele distribuída em pequenas embalagens a parceiros como forma de divulgação do projeto.

A unidade de recicláveis, que conta com 24 m², armazenou os resíduos segregados pela coleta seletiva, em diferentes categorias. Todo resíduo seco recebido pelo CEA, após sua classificação foram destinados à reciclagem, promovendo a comercialização e a geração de renda para cooperativa de catadores.

A horta orgânica, espaço de cultivo de olerícolas, plantas medicinais, aromáticas e condimentares ocupou uma área total de 450 m². Os canteiros em formato circular preenchidos com composto formaram uma mandala. Este espaço foi utilizado também para práticas e atividades de plantio, cultivo e colheita dos visitantes e parceiros do CEA.

A sala de aula aberta, ou roda de fogo, é um espaço a céu aberto, que foi constituído por um círculo de pedras, abrangendo uma área de 200 m².

O CEA dispõe de uma unidade de biodigestor, ocupando uma área de 4 m². Nesta, foi alocado um biodigestor artesanal, que através da destinação dos resíduos orgânicos, houve a geração de biogás e chorume. O biogás gerado foi utilizado para alimentar um fogareiro, a partir de sua queima, enquanto o biofertilizante foi utilizado em áreas de cultivo.

O Escritório Verde, ou telhado verde foi construído exclusivamente de materiais reciclados, como madeira, banners, blocos de pavimentação. Em sua cobertura utilizou-se o composto produzido no CEA adicionado a terra, como substrato para o plantio. O telhado verde tem dimensão de 24 m².

2.2 PROCESSO PRODUTIVO

O tratamento dos resíduos orgânicos no CEA foi realizado por meio de compostagem em leiras estáticas, método considerado mais adequado à realidade operacional local. Para isso, construiu-se uma base de recepção dos resíduos, denominada “cama”, formada por galhos entrelaçados, capim seco nas bordas e uma camada de folhas no centro. Os resíduos orgânicos, coletados semanalmente junto aos parceiros, foram depositados na mesma leira em quatro operações sequenciais.

- a) sob a cama de folhagem, acrescentou-se uma camada de mistura de resíduos orgânicos e resíduos vegetais, como folhas secas, grama seca, serragem, sempre respeitando a proporção de 1:2, respectivamente;
- b) em seguida, foi necessário fazer o revolvimento manual da totalidade dessa mistura, promovendo sua homogeneidade;
- c) finalizado o revolvimento, acrescentou-se nova camada de folhagem, adicionada de nova camada de mistura de resíduos orgânicos e resíduos vegetais, até acabar a quantidade de resíduos orgânicos disponível no dia para tratamento;
- d) em seguida, a leira estática foi fechada. A última camada deve ser de palha, para melhor proteção contra águas de chuva, insetos e prevenção de odores.

Após o término de construção da leira estática, esta foi mantida por um período de cinco meses, sem movimentação, ou adição de novos materiais. Durante esse período, a estrutura da leira possibilitou a circulação de ar, através do processo de convecção, enquanto a umectação dos resíduos orgânicos ocorreu por irrigação manual. Com o término do período estipulado, a leira foi transportada para a área de processamento, onde o material foi misturado e umedecido, visando a conclusão do processo de decomposição da matéria orgânica, durante aproximadamente 30 dias, após essa operação.

Após o período de compostagem, o material passou por peneiramento para separar partículas com granulometria incompatível com o composto desejado. Devido às limitações da técnica, o rendimento médio final foi de 25% dos resíduos iniciais. O material retido retornou ao processo quantas vezes foram necessárias até sua completa degradação. O peneiramento constituiu a etapa final, após a qual o composto foi ensacado e destinado à comercialização.

Os efluentes produzidos durante o processo produtivo, lixiviado produzido nas leiras e a água resultante das lavagens das bombonas foram coletados e direcionados ao jardim filtrante para tratamento. Já, os resíduos sólidos diluídos nesse efluente foi coletado em uma caixa de gordura e enviado ao biodigestor.

Esse processo ocorreu de maneira ininterrupta, visto que o pátio de compostagem tem capacidade de receber seis leiras estáticas, simultaneamente. Assim, a cada mês foi montada uma leira, de maneira que, quando a sexta leira estivesse terminando de ser conformada, a primeira leira montada foi transportada até o pátio de processamento, de modo que a produção não seja interrompida e não exceda sua capacidade de beneficiamento.

2.3 CONSTRUÇÃO DO FLUXO DE CAIXA

A identificação dos insumos necessários para a implantação e desenvolvimento das atividades do CEA, assim como os valores investidos, ocorreu através de informações fornecidas pela própria unidade.

Na caracterização da atividade e organização das informações econômicas utilizou-se planilhas eletrônicas (MS-Excel®), o que permitiu uma melhor dinâmica e visualização de cada etapa de implantação e construção do fluxo de caixa.

A obtenção do fluxo líquido mensal foi obtida através do registro das entradas, valores econômicos obtidos através das taxas de prestação do serviço de coleta e tratamento dos resíduos orgânicos e venda do composto, e saídas, classificadas em categorias como: insumos, mão-de-obra e demais investimentos necessários para o funcionamento do CEA.

Considerando o horizonte temporal de execução, que foi de 36 meses, realizou-se a correção monetária dos preços praticados para o mês de julho de 2023. Para tal, utilizou-se o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) como indicador financeiro (Portal Brasil, 2023) para deflacionar os preços ocorridos, durante o período dos dados. Ao serem obtidos os preços deflacionados, realizou-se a distribuição triangular destes, obtendo-se, desta forma, os preços mínimo, médios e máximos, conforme metodologia proposta por Ponciano *et al.* (2004).

A análise econômico-financeira foi realizada para determinar os principais indicadores econômicos de rentabilidade, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), conforme proposto por Blank e Tarquin (2008), além da realização da Análise de Sensibilidade (Buarque, 1991). O *payback* descontado também foi determinado conforme metodologia proposta por Blank e Tarquin (2008). Na determinação do risco financeiro do CEA, foi realizada a Análise de Risco, empregando o método de Monte Carlo (Metropolis; Ulam, 1949).

Os cálculos dos indicadores econômicos de rentabilidade, bem como a realização das análises de Sensibilidade e Risco foram realizados utilizando o fluxo líquido de caixa mensal. O VPL foi calculado e sobre este, foram aplicadas diferentes taxas de desconto, na ordem de 5, 10, 15 e 20% ao ano. Na determinação da TIR, foi considerada como referência a taxa mínima de atratividade (TMA) de 13,22% a.a., apresentada pela Taxa Selic para o ano de 2023 (Banco Central do Brasil, [S.D.]).

A partir da estrutura básica construída que permitiu a caracterização do CEA, desde a sua implantação e funcionamento, foi possível a proposição de três cenários distintos para realização da análise econômico-financeira e conhecer a viabilidade deste investimento. Foram considerados os cenários realista, pessimista e otimista.

O primeiro cenário do estudo, classificado como realista, considerou investimentos, receitas e custos associados à implantação, manutenção e operação do CEA, refletindo sua condição atual com clientes e parceiros. Parcerias permitiram reduzir custos e parte das instalações foi construída com materiais reaproveitados. A principal fonte de receita provém das taxas de serviço para coleta e tratamento de resíduos orgânicos, tanto de clientes residenciais quanto empresariais. Entre os clientes residenciais, foram oferecidos três planos, Básico, Apoiador e Patrocinador, com tarifas

diferenciadas de acordo com a demanda e o volume de resíduos, reajustadas uma única vez após sete meses de operação.

No cenário pessimista, o CEA foi caracterizado com todos os investimentos necessários para sua implantação, além de terem sido feitas simplificações nas taxas de serviços. Desse modo, propôs-se um plano empresarial e um composto pelo valor médio praticado no cenário realista. De forma análoga, simplificou-se os planos residenciais, sendo que neste caso aplicou-se a média de preço dos planos antigos pelo período de sete meses, sendo então substituída pela média de preço dos novos planos. Neste cenário, não houve nenhum aporte de parceiros, ou incentivo público ou privado para implantação, manutenção e operação do CEA.

No cenário classificado como otimista, o CEA baseou-se na premissa da ausência de qualquer forma de apoio para implantação, manutenção e operação, conforme considerado no cenário pessimista. O que diferenciou ambos os cenários foi a estimativa mínima do quantitativo de clientes considerado, sejam residenciais ou empresariais. Neste cenário foram fixados no mínimo 100 clientes residenciais e 40 clientes empresariais, durante o período considerado na análise de viabilidade econômico-financeira, permitindo assim que o CEA operasse sem aporte financeiro de parcerias, caracterizando-se como uma empresa propriamente dita.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cenários realista e otimista, quando submetidos a uma taxa de desconto de 15% a.a., taxa esta superior àquela apresentada pela Selic para o ano de 2023 (Portal Brasil, 2023) foram viáveis financeiramente (Tabela 1).

Tabela 1. Valor Presente Líquido (VPL), em reais, Taxa Interna de Retorno (TIR), em % e *Payback* descontado para os diferentes cenários avaliados para o Centro de Educação Ambiental

Cenário	Pessimista	Realista	Otimista
VPL 5%	- R\$ 314.861,39	R\$ 54.895,85	R\$ 156.388,80
VPL 10%	- R\$ 323.629,16	R\$ 33.042,30	R\$ 120.690,69
VPL 15%	- R\$ 330.524,87	R\$ 14.369,06	R\$ 90.049,24
VPL 20%	- R\$ 335.950,99	- R\$ 1.709,90	R\$ 63.547,00
TIR	-	19,43%	35,72%
<i>Payback</i> descontado*	-	Acima de 3 anos	2 anos e 6 meses

*Horizonte temporal de 3 anos. 1.00 US\$ = 4,7409 R\$, cotação realizada em 31/07/2023 (Portal Brasil, 2023).

A rentabilidade financeira obtida de 19,43% e 35,72% a.a. para os cenários realista e otimista, respectivamente, permitiram ao CEA ser atrativo para investimento.

O cenário otimista apresentou um tempo de recuperação do capital investido (*payback* descontado) de dois anos e seis meses, tempo este dentro do horizonte temporal da análise, o que permitiu ao investidor conhecer o retorno obtido do investimento realizado. Já, o cenário realista, este indicador demonstrou que a recuperação do capital investido deve ocorrer acima do período analisado, fato este constatado pelo *payback* acima dos 3 anos.

O cenário pessimista, aquele em que o investidor deve arcar com todo investimento, manutenção da atividade e com a carteira de clientes que hoje o CEA dispõe, sem nenhum apoio institucional, parceria e fomento público demonstrou ser inviável financeiramente, não sendo recomendado para investimento (Tabela 1).

No cenário realista, os indicadores de rentabilidade mostraram-se favoráveis, beneficiados pelo aporte financeiro de parceiros, que custearam mão de obra e infraestrutura. No cenário otimista, em que todos os investimentos e custos operacionais foram assumidos pelo investidor, foi necessário ampliar a carteira de clientes residenciais e empresariais, destacando a importância da divulgação e adesão para garantir a viabilidade econômico-financeira do empreendimento.

Por apresentarem TIR atrativa para os cenários realista e otimista, o CEA produziu receita suficiente com a realização da atividade para cobrir os custos de produção, durante o período analisado.

Palmieri (2021) ao avaliar a viabilidade econômica de implantação de sistemas de compostagens em leiras e compostagem modular em condomínios destacou que o investimento é o fator preponderante. Devido ao menor investimento necessário, a compostagem em leiras, segundo a autora, foi viável, enquanto a compostagem modular tornou-se inviável economicamente, devido aos maiores aportes de capital necessários para implantação do tratamento dos resíduos orgânicos pelo método da compostagem modular.

Apesar de identificada a inviabilidade da compostagem modular, Martland (2013) e Palmieri (2021) ressaltaram que projetos com viés sustentável devem considerar, além da viabilidade econômica, os benefícios socioambientais obtidos. Assim, no estudo de Palmieri (2021) a fim de buscar uma alternativa de sistema de compostagem viável, a autora propôs a união de ambos os modelos estudados, leiras e modular, reduzindo a necessidade de espaço e os custos mensais de operação.

Do ponto de vista ambiental, a compostagem é uma alternativa ecologicamente adequada para o tratamento de resíduos orgânicos, conforme preconizado pela PNRS (Brasil, 2010), contribuindo para a redução dos passivos ambientais e evitando o esgotamento dos aterros. Como benefícios sociais, apresenta o potencial para engajar a sociedade em práticas de educação ambiental, tornando-se um espaço para o aprendizado de práticas sustentáveis que impactam diretamente as atitudes diárias, promovendo uma nova consciência ambiental. Consequentemente, as áreas de descarte inadequado de resíduos orgânicos gradualmente diminuiriam, beneficiando a prevenção de problemas de saúde pública, além de promover economicidade aos cofres públicos.

A Educação Ambiental desempenha um papel fundamental na transformação de hábitos, assim, parcerias que viabilizem a integração do CEA com instituições de ensino tornariam as práticas sustentáveis mais acessíveis e socialmente viáveis.

A proposta de parceria público-privada permite ao poder público aumentar a arrecadação do ICMS Ecológico, imposto que possibilita aos municípios acesso a parcelas maiores dos recursos financeiros arrecadados pelo Estado através do ICMS, em razão de atendimento de alguns critérios ambientais estabelecidos em leis estaduais (Inea, 2022).

Empresas ou investidores estrangeiros interessados em iniciativas ambientais, e sustentáveis, além de pessoas físicas, também podem encontrar no CEA um possível investimento, através da promoção de uma “política tributária verde”. Assim, o apoio da iniciativa privada a iniciativas que promovem práticas sustentáveis ocorreria através da

concessão de subsídios tributários, aliados a penalizações sobre práticas com alto potencial poluidor (Oliveira, 2023). Carvalho e Carvalho (2022) ao investigarem a adoção do IPTU Verde em 18 municípios equiparados com relação ao parâmetro fiscal, o PIB per capita, e parâmetro extrafiscal identificou os principais indicadores ambientais utilizados para compor as leis municipais. Dentre estes, o gerenciamento de resíduos apresentou relevância na decisão sobre a desoneração do IPTU residencial das cidades analisadas.

Além disso, ao investirem no CEA, empresas sujeitas a Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) podem encontrar uma alternativa para evitar ações judiciais e reparar danos aos direitos coletivos.

O tempo de recuperação do capital investido (*payback* descontado) necessário a realização do investimento para a criação do CEA ocorreu acima do horizonte de análise, ou seja, acima dos três anos, quando se considerou o cenário realista. Este resultado demonstrou que a recuperação do investimento poderá ocorrer no médio a longo prazo, ao passo que para o cenário otimista, o *payback* descontado ocorreu no curto prazo, sendo possível a recuperação de capital investido em dois anos e seis meses.

O estudo de viabilidade técnico-econômica-financeira da implantação de um pátio de compostagem em Ponta Grossa (PR), conduzido por Borsato (2015), demonstrou a viabilidade do empreendimento, com Valor Presente Líquido positivo a uma taxa de desconto de 10,4% a.a. e rentabilidade de 33,9% a.a., indicando elevada atratividade. Segundo o autor, o capital investido seria recuperado em aproximadamente 3,5 anos, ou seja, em curto prazo. Os resultados do presente estudo corroboram essas conclusões, evidenciando que a implantação de unidades de tratamento de resíduos sólidos urbanos configura uma alternativa economicamente viável e atrativa, com retorno do investimento em horizonte temporal reduzido.

Através da análise econômico-financeira realizada por Gaspar *et al.* (2020), considerou-se viável o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos de uma agroindústria, através da compostagem, ao submeter-se o fluxo de caixa a uma taxa de desconto de 18% a.a. Segundo os autores, a rentabilidade financeira obtida foi de 22,23%, com a recuperação do capital investido ocorrendo no curto prazo, em um período de quatro anos e dez meses.

Como uma das alternativas para a destinação final do lodo de esgoto, D'Avila *et al.* (2019) observaram que o beneficiamento deste resíduo através do processo de compostagem foi viável economicamente. A estratégia apresentou VPL positivo, ao ser submetida à taxa de desconto de 40%, apresentando TIR de 61,6%, além da recuperação do capital investido ocorrer no curto prazo, com dois anos e dois meses.

Eyerkauffer e Brito (2012), ao analisarem a viabilidade econômica da compostagem de resíduos orgânicos produzidos por suínos, observaram que o empreendimento foi viável financeiramente, uma vez que apresentou uma projeção de resultado líquido anual na ordem de R\$ 52.959,58, com rentabilidade financeira de 40% a.a., ocorrendo a recuperação do capital investido em dois anos.

No município de Guaratinguetá-SP, Bettoni, Trannin e Carvalho Júnior (2017) avaliaram a viabilidade econômica do tratamento de resíduos sólidos orgânicos através da compostagem, como uma etapa de seu estudo que visava propor um plano de gestão municipal dos resíduos sólidos. Os autores observaram a viabilidade da iniciativa, a qual renderia R\$ 613.080,00, anualmente. Por outro lado, com a adoção da prática da

compostagem dos resíduos sólidos orgânicos do município, renderia uma economia de R\$ 5.700.604,32, aos cofres públicos. De acordo com os autores, estes valores somados seriam suficientes para tornar o pátio de compostagem municipal autossuficiente.

A economia aos cofres públicos gerada, através da compostagem, também foi observada por Martins *et al.* (2021). Ao avaliarem economicamente a compostagem de lodo de esgoto produzido pela Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do município de Botucatu-SP, os autores constataram que a economia gerada ao não ser necessário o envio dos resíduos aos aterros sanitários, seria suficiente para viabilizar o projeto, mesmo desconsiderando a receita gerada pela comercialização do composto produzido.

Visentin *et al.* (2020) concluíram sobre diferentes cenários avaliados para a compostagem do lodo de esgoto, naqueles que consideraram como receita somente a comercialização do composto produzido, apresentaram-se como opções inviáveis economicamente, para investimento. Contudo, compondo-se a receita com a economia gerada ao não enviar os resíduos aos aterros sanitários, com a venda do composto, foi possível a obtenção de VPL positivo, com rentabilidade de 84% a.a, e um retorno do capital investido ocorrendo em 1,3 anos.

No município de Caraí-MG, uma usina de triagem e compostagem (UTC), encontra-se desativada e em estado de deterioração. Para Cruz *et al.* (2018), esta condição foi reflexo da falta de recursos para a manutenção e operação, bem como falta de mão de obra capacitada para operar a UTC, o que evidenciou a falta de planejamento público com relação à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos do município.

A problemática relacionada com a disposição final de resíduos sólidos orgânicos nos aterros sanitários, apesar de sua destinação ambientalmente adequada ser conhecida e recomendada pela PNRS, ainda ocorre, como percebe-se, devido a negligência do poder público. Melo e Duarte (2018) ressaltaram que são necessárias políticas e programas que promovam em amplo alcance a conscientização ambiental, promovendo desta forma a mudança de paradigma de uma economia linear para a economia circular.

Apesar da importância da educação ambiental no envolvimento comunitário com relação à compostagem, os resultados surgiriam no longo prazo. Bersch (2018) sugeriu que a efetividade no tratamento de resíduos sólidos orgânicos, no curto e médio prazo, depende de ferramentas de gestão pública, no que tange instrumentos econômicos, de comando e controle.

Ao analisar a viabilidade econômica da implantação de um pátio de compostagem em um campus de uma instituição pública de ensino, Bortoli *et al.* (2023) apontaram que a viabilidade da iniciativa depende tanto da busca de recursos junto aos órgãos de fomento, quanto de engajamento pedagógico, para a mobilização de trabalho voluntário supervisionado. As alternativas apresentadas mostraram-se necessárias devido ao alto investimento inicial em infraestrutura e maquinários, e a restrição orçamentária de contratação de mão de obra da instituição, sendo os custos de mão de obra, considerado o principal componente dos custos fixos.

Esta abordagem alternativa tratada por Bortoli *et al.* (2023) foi consonante à estratégia adotada neste estudo pelo cenário realista. Em virtude dos elevados requisitos de capital, como investimento em área, construções e mão de obra, parcerias entre o CEA e empresas privadas, instituições de ensino, e reaproveitamento de materiais nas construções, permitiram reduzir significativamente alguns dos principais gargalos

financeiros da iniciativa, tornando possível sua viabilidade econômica, mesmo com discretas fontes de receita.

No cenário otimista, aquele que representa uma condição ideal de investimento, em que o CEA dispõe de recursos financeiros suficientes para cobrir integralmente o investimento inicial e sustentar os custos operacionais ao longo do tempo, os resultados demonstraram potencial de viabilidade econômico-financeira. Contudo, para que essa viabilidade se concretizasse, foi necessário projetar uma ampliação da carteira de clientes em relação ao cenário realista, assegurando receitas compatíveis com os custos e o retorno do capital investido. Nessa perspectiva, o êxito do empreendimento dependeria de um esforço ampliado de divulgação e captação, alcançando cerca de 100 clientes residenciais e 40 empresariais, condição essencial para sua autossuficiência.

Com a análise de Sensibilidade realizada para o cenário realista foi possível identificar que a receita obtida com a comercialização dos pacotes, empresarial e residencial, foram os itens de extrema relevância e que influenciaram diretamente os resultados do VPL. O valor de aquisição do terreno aparece como o segundo item de maior influência nos resultados e o valor do frete pago para o recolhimento dos resíduos sólidos orgânicos nos clientes também influenciou os resultados obtidos para o VPL (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise de sensibilidade para o cenário realista, indicando os principais itens de maior impacto econômico nos resultados financeiros obtidos para o VPL, quando se considerou uma variação em 10% dos preços

Item	Valor
Receita advinda dos pacotes empresariais	- R\$ 16.602,17
Valor de aquisição do terreno	- R\$ 11.340,79
Receita advinda dos pacotes residenciais	- R\$ 11.290,45
Valor do frete pago para coleta dos RSOs	- R\$ 7.329,15
Investimento realizado na construção do pátio de compostagem	- R\$ 2.642,79
Valor de compra da tenda instalada na área de processamento	- R\$ 2.114,23
Pagamento de mão de obra (Gestor administrativo)	- R\$ 1.944,73
Valor de aquisição das bombonas plásticas de 60 litros	- R\$ 1.666,60
Custos com reparos e manutenção no CEA	- R\$ 1.660,46
Valor de aquisição dos sacos biodegradáveis	- R\$ 1.483,68

Neste cenário, a queda na receita por desistência ou inadimplência de clientes, seja empresarial ou residencial, pode comprometer diretamente as atividades de operações do CEA, visto que estas são as principais fontes de captação. A diminuição na carteira de clientes, em poucos meses pode tornar o empreendimento inviável financeiramente. Analogamente, o aumento no preço do combustível, bem como a manutenção do veículo pode influenciar diretamente os resultados do VPL, levando a inviabilidade do investimento.

Já, itens de investimento como aquisição de terreno, construção do pátio de compostagem apresentaram-se como itens de grande influência nos resultados do VPL, porém cabe ressaltar que são itens de investimento em que o capital financeiro estará imobilizado em uma infraestrutura que futuramente poderá ser comercializada e o capital recuperado. Sendo assim, estes itens não inviabilizariam o investimento realizado.

Para o cenário otimista, a análise de Sensibilidade apresentou que o item de maior impacto nos resultados do VPL foi a comercialização de pacote empresarial

(Tabela 3). Em seguida, o item pagamento da mão de obra (Auxiliar de operação) mostrou-se de extrema relevância.

No cenário otimista, as receitas provenientes da comercialização do pacote empresarial exigem rigoroso controle, uma vez que a desistência de qualquer empresa impacta diretamente o fluxo de caixa do CEA, tornando o investimento vulnerável à descapitalização e, em casos extremos, à insolvência. Estimou-se que a perda de um cliente empresarial demandaria a captação de aproximadamente dez novos clientes residenciais para compensar o impacto financeiro. Além disso, o pagamento do salário e dos encargos trabalhistas do auxiliar de operação configurou-se como um fator relevante, pois, diferentemente do cenário realista, em que essa mão de obra era subsidiada por um parceiro, no cenário otimista o custo foi integralmente assumido pelo empreendimento, elevando os desembolsos e pressionando o fluxo de caixa.

Tabela 3. Resultado da análise de sensibilidade para o cenário otimista, indicando os principais itens de maior impacto econômico nos resultados financeiros obtidos para o VPL, quando se considerou uma variação em 10% dos preços

Item	Valor
Receita advinda dos pacotes empresariais	- R\$ 76.856,61
Pagamento da mão de obra (Auxiliar de operação)	- R\$ 26.026,76
Receita advinda dos pacotes residenciais	- R\$ 19.746,32
Pagamento de mão de obra (Gestor administrativo)	- R\$ 16.034,73
Valor do frete pago para coleta dos RSOs	- R\$ 12.826,01
Valor de aquisição do terreno	- R\$ 11.340,79
Valor de aquisição das bombonas plásticas de 60 litros	- R\$ 3.124,86
Investimento realizado na construção do pátio de compostagem	- R\$ 2.642,79
Valor de aquisição do triturador	- R\$ 2.180,46
Valor de compra da tenda instalada na área de processamento	- R\$ 2.114,23

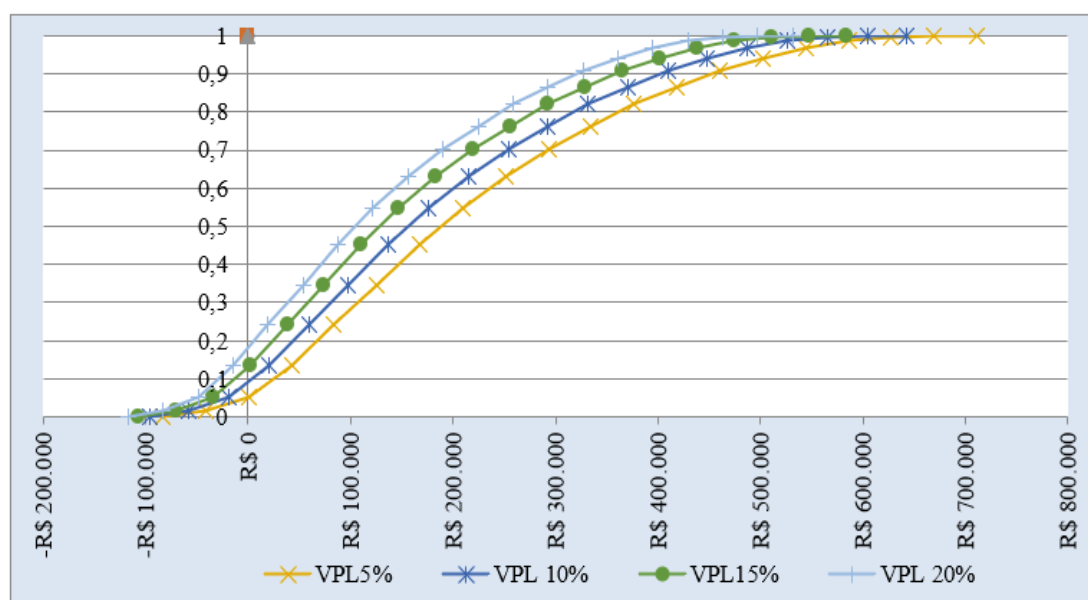
Em concordância com os resultados obtidos na análise de sensibilidade realizada para o cenário otimista, Gaspar *et al.* (2020) identificaram como itens de maiores influências nos resultados do VPL, à receita obtida no empreendimento, que no estudo realizado pelos autores foi com a comercialização do composto orgânico, e como despesas o pagamento de mão de obra, seja esta efetiva ou temporária, sendo estes itens com maior potencial de inviabilizar a continuidade das operações.

Os cenários realista e otimista apresentaram baixa probabilidade de tornarem-se inviáveis financeiramente, mediante as oscilações de preços ocorridas no mercado, quando submetidos as diferentes taxas de desconto (Tabela 4). Os investimentos realizados nos cenários realista e otimista tem baixa chance de insucesso, por apresentarem um risco econômico-financeiro, na ordem de 11,21% e 12,91%, respectivamente, considerando uma taxa de desconto de 15% a.a., superior àquela considerada (13,22% a.a.) como a taxa mínima de atratividade.

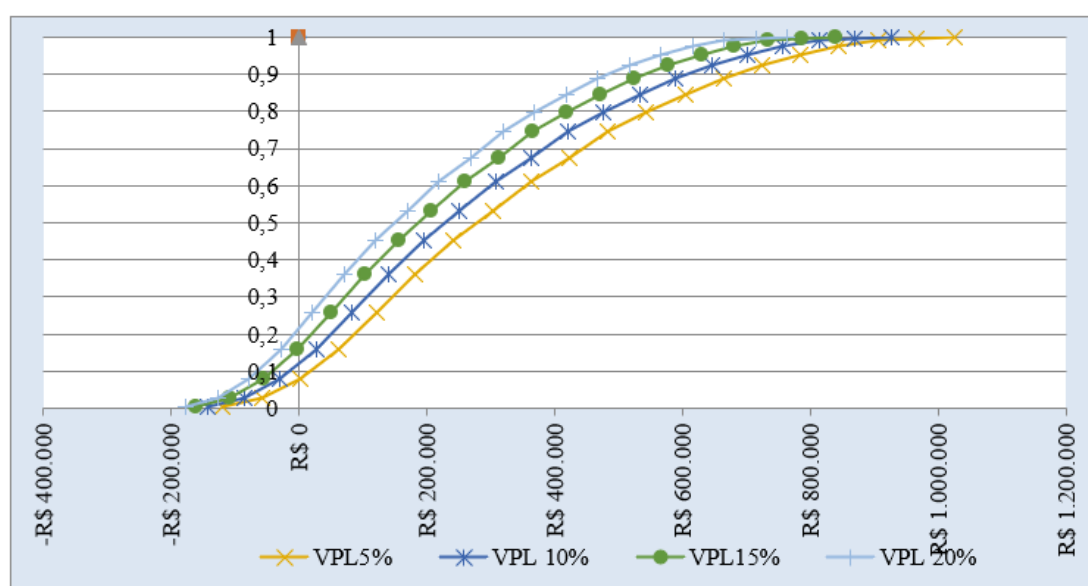
A frequência acumulada dos 5.000 VPLs simulados para cada um dos dez itens que mais impactaram o Centro de Educação Ambiental, no cenário realista, identificados na análise de sensibilidade pode ser visualizada na Figura 1.

Tabela 4. Resultado da análise de risco: probabilidade de os cenários apresentarem VPL negativo, considerando diferentes taxas anuais de desconto

Taxa de desconto	Cenário Realista	Cenário Otimista
5%	7,11%	8,24%
10%	9,01%	10,41%
15%	11,21%	12,91%
20%	13,70%	15,72%

**Figura 1.** Análise probabilística do risco: probabilidade de o cenário realista apresentar VPL negativo, considerando diferentes taxas anuais de desconto

Analogamente, a Figura 2 apresenta a análise de sensibilidade para o cenário otimista.

**Figura 2.** Análise probabilística do risco: probabilidade de o cenário otimista apresentar VPL negativo, considerando diferentes taxas anuais de desconto

4 CONCLUSÃO

Os cenários realista e otimista analisados para o Centro de Educação Ambiental (CEA) indicam viabilidade econômica e baixo risco financeiro, embora uma avaliação detalhada dos fatores de risco e sensibilidade seja necessária para validar os indicadores obtidos.

O capital investido apresenta remuneração acima da taxa mínima de atratividade, mas a atratividade do investimento deve considerar também fatores macroeconômicos que podem afetar a rentabilidade a longo prazo. Dada a curta janela para recuperação do capital, é essencial monitorar a carteira de clientes e promover a captação de novas adesões, garantindo a expansão das atividades e a possibilidade de novos investimentos.

Entretanto, a recuperação do capital pode ser influenciada por entraves operacionais e oscilações mercadológicas, enquanto a volatilidade e a competitividade do mercado podem impactar a manutenção de clientes e o plano de expansão do CEA. Portanto, recomenda-se uma análise criteriosa e abrangente dos fatores de risco, incluindo elementos externos que possam afetar negativamente a rentabilidade do empreendimento, assegurando decisões estratégicas mais seguras e sustentáveis para o desenvolvimento financeiro do Centro de Educação Ambiental a longo prazo.

5 AGRADECIMENTOS

O Centro de Educação Ambiental (CEA) agradece a todos que contribuíram para sua transformação em Unidade Demonstrativa de Educação Ambiental, incluindo o Projeto CESCOLO (@projeto.cescola), as empresas Dr. Catador e Imperialis Paisagismo, as universidades UFF e UNIFOA e ao Clube dos Funcionários da CSN, e todos os clientes que apoiam a mudança de hábitos em prol da conscientização ambiental.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão de bolsa de Mestrado ao primeiro autor.

Ao Departamento de Engenharia de Agronegócios e os Programas de Graduação em Engenharia de Agronegócios e Pós-graduação em Tecnologia Ambiental por todo o conhecimento transmitido durante a formação acadêmica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso: 18 out. 2022.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de juros básicas – Histórico**. Banco Central do Brasil, [S.D.]. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>. Acesso: 20 jan. 2024.

BERSCH, J. **A contribuição de iniciativas privadas de coleta e compostagem de resíduos orgânicos para a redução de impactos ambientais do gerenciamento de resíduos sólidos no município de Porto Alegre/RS.** 2018. 100 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas e Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

BETTONI, L. O.; TRANNIN, I. C. B.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. **Viabilidade econômica da coleta seletiva e da compostagem dos resíduos:** Município de Guaratinguetá, estado de São Paulo, Brasil. [S.l.]: Novas Edições Acadêmicas, 2017.

BORSATO, V. M. **Análise de viabilidade técnica-econômica-financeira da implantação de um empreendimento de compostagem de resíduos orgânicos a ser instalado na cidade de Ponta Grossa.** 2015. 121 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

BORTOLI, A.; DELALIBERA, W.; SANTOS, M. S.; BERTOLINI, G. R. F. Estudo de viabilidade para utilização de compostagem para reciclar os resíduos vegetais em uma instituição de ensino. **P2P & INOVAÇÃO**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 94-115, mar./ago., 2023. DOI: <https://doi.org/10.21721/p2p.2023v9n2.p94-115>.

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. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso: 14 out. 2023.

CARVALHO, L. E. S.; CARVALHO, S. R. L. Plano de ação para implantação do IPTU Verde no município de Santo Antônio de Jesus – Bahia. **Revista Contextos**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 188-206, 2022.

CRUZ, R. V. S.; GONÇALVES, B. B.; SILVA, I. G.; SALOMÃO, P. E. A. Usina de triagem e compostagem do município de Carai-MG: falta de políticas públicas. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, Teófilo Otoni, v. 2, n. 1, p. 451-463, dez., 2018. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/613/593>. Acesso: 27 jan. 2024.

D'AVILA, J. V.; CHAVES, M. C.; SANTOS, F. S.; PERES, A. A. C. Análise da viabilidade econômico-financeira de sistemas de disposição final de lodo de esgoto. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 541-555, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n2p541-555>.

EYERKAUFER, M. L.; BRITO, A. O. Análise de viabilidade econômica da compostagem de dejetos suínos. **Revista Eletrônica do Alto Vale do Itajaí**, v. 1, n. 2, p. 41-52, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5965/2764747101022012041>.

FÉLIX, R. A. Z. Coleta seletiva em ambiente escolar. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Porto Alegre, v. 18, p. 56-71, jan./jun., 2007. DOI: <https://doi.org/10.14295/remea.v18i0.3321>.

GASPAR, L. M. R.; INÁCIO, C. T.; QUINTAES, B. R.; CARVALHO, L. S. Q.; PERES, A. A. C. Análise econômico-financeira do gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos em uma agroindústria de processamento mínimo de hortaliças. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 477-488, mai./jun., 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-4152202020180189>.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA. **ICMS Ecológico: Secretaria do Ambiente e INEA divulgam resultado**. Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/icmsecológico-secretaria-do-ambiente-e-inea-divulgam-resultado/>. Acesso: 18 jan. 2022.

MARTINE, G.; ALVES, D. J. E. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade? **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 433-460, set./dez., 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-3098201500000027>.

MARTINS, S. F.; ESPERANCINI, M. S. T.; QUINTANA, N. R. G.; BARBOSA, F. S. Análise econômica da produção de lodo de esgoto compostado para fins agrícolas na estação de tratamento de esgoto de Botucatu-SP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 36, n. 2, p. 218-229, abr./jun., 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2021v36n2p218-22>.

MARTLAND, D. C. **Avaliação de projetos por uma Infraestrutura mais sustentável**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MELO, C. X.; DUARTE, S. T. Análise da compostagem como técnica sustentável no gerenciamento dos resíduos sólidos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v. 5, n. 10, p. 691-710, mai./ago., 2018. DOI: <https://doi.org/10.21438/rbgas.051021>.

METROPOLIS, N.; ULAM, S. The Monte Carlo method. **Journal of the American Statistical Association**, v. 44, n. 247, p. 335-341, set., 1949. DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1949.10483310>.

NASCIMENTO, F. P.; SOUSA, F. L. L. **Metodologia da pesquisa científica: teoria e prática – como elaborar TCC**. 1. ed. Brasília: Thesaurus, 2015.

OLIVIRA, K. J. F. A política fiscal como um instrumento de incentivo ao PIB Verde. In: Seminário Internacional Democracia e Constitucionalismo: Participação e Representatividade 14., 2023, Itajaí. **Anais [...]** Itajaí: Portal de Periódicos da Univali, 2024. P. 722 – 743. e-ISSN: 2526-138X.

PALMIERI, C. S. **Análise de viabilidade técnico-econômica de adoção de sistema de compostagem em condomínio residencial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Londrina. 2021. 61 f.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; MATA, H. T. C.; VIEIRA, J. R.; MORGADO, I. F. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região Norte Fluminense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 615-635, out./dez., 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032004000400005>.

PORTAL BRASIL. **Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI)**. Disponível em: <https://www.portalbrasil.net/>. Acesso: 01 set. 2023.

RODRIGUES, T. D. F. F.; OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, J. A. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. **Revista Prisma**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 154-174, dez., 2021. ISSN: 2675-5483.

SALOMÃO, F. S. **Avaliação da viabilidade econômica da implantação de uma Usina de Triagem e Compostagem na cidade de Rio Claro-SP**. 2009. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

SOUZA, H. T.; MAIA, A. L. O.; PAIVA, R. F. P. S.; PERES, A. A.C. Geração e coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) nos municípios do Sul Fluminense: uma análise para o período de 2015 a 2019. In: **1º Congresso Brasileiro de Ciência e Saberes Multidisciplinares**. Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil, 2022.

VISENTIN, R.; MATEUS, C.; ESPERANCINI, M.; VILLAS BOAS, R. Viabilidade econômica da compostagem do lodo de esgoto para uso agrícola. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 20, n. 2, p. 152-167, abr./jun., 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/holos.v20i2.12372>.