

Fatec
Guarulhos

CPS
Centro
Paulista Souza

S **SÃO PAULO**
GOVERNO DO ESTADO

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA
LOGÍSTICA AEROPORTUÁRIA**

KELY CRISTINA DE ANDRADE

**BIOFUSION
TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM
ENERGIA LIMPA E BIOFERTILIZANTES.**

GUARULHOS - SP

2026

KELY CRISTINA DE ANDRADE

**BIOFUSION
TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM
ENERGIA LIMPA E BIOFERTILIZANTES.**

Trabalho de Graduação
apresentado ao Curso Superior de
Tecnologia em Logística
Aeroportuária como requisito parcial
para obtenção do Título de
Tecnólogo em 2026.

Orientador (a): Prof. Me. Wanny
Arantes Bongiovanni Di Giorgi

Coorientador (a): Prof. Me. Andreza
Santos Feitoza

GUARULHOS - SP

2026



SEMANA DO CONHECIMENTO

SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

BIOFUSION TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM ENERGIA LIMPA E BIOFERTILIZANTES.

Autor (a)

KELY CRISTINA DE ANDRADE (Fatec Guarulhos)

Kely.andrade@aluno.cps.sp.gov.br

Orientador(a)

**PROF. ME. WANNY ARANTES BONGIOVANNI DI GIORGI (Fatec
Guarulhos)**

wanny.giorgi@cps.sp.gov.br

Coorientador(a)

PROF. ME. ANDREZA SANTOS FEITOZA (Fatec Guarulhos)

Andreza.feitoza@fatec.sp.gov.br

**Guarulhos – São Paulo
2025**



SEMANA DO CONHECIMENTO

SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

RESUMO

O crescimento acelerado das operações aeroportuárias e logísticas intensificou significativamente a geração de resíduos orgânicos, especialmente em áreas de alimentação, embarque e serviços. Quando destinados inadequadamente, esses resíduos contribuem para o aumento das emissões de gases de efeito estufa, ampliação do uso de aterros sanitários e elevação dos custos operacionais relacionados à coleta e destinação final. Nesse contexto, o presente artigo apresenta o BioFusion, um modelo sustentável voltado à conversão de resíduos orgânicos em energia renovável e biofertilizantes por meio da biodigestão anaeróbica. O estudo possui abordagem exploratória e aplicada, utilizando revisão bibliográfica, análise documental e estudo de caso voltado ao ambiente logístico aeroportuário.

A pesquisa propõe um sistema integrado envolvendo segregação eficiente, reaproveitamento energético e monitoramento operacional sustentável. Os resultados demonstram potencial de redução de resíduos enviados a aterros, diminuição das emissões de gases poluentes, geração de biogás e fortalecimento das práticas ESG (*Environmental, Social and Governance*) em ambientes logísticos. Entretanto, dados quantitativos relacionados ao volume processado de resíduos e à geração de gás ainda não podem ser divulgados em razão de cláusulas contratuais de confidencialidade associadas à operação do sistema. O projeto apresenta potencial de escalabilidade, viabilidade operacional e possibilidade de aplicação em aeroportos, centros logísticos e ambientes urbanos. Parte das aplicações práticas relacionadas ao BioFusion encontra-se em operação desde 23 de janeiro de 2026, respeitando cláusulas de confidencialidade e restrição contratual relacionadas aos dados operacionais e institucionais envolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: sustentabilidade; biodigestão anaeróbica; logística aeroportuária; economia circular; energia renovável.

ABSTRACT

The accelerated growth of airport and logistics operations has significantly increased the generation of organic waste, particularly in food service areas, boarding facilities, and support services. When improperly disposed of, such waste contributes to increased greenhouse gas emissions, greater reliance on landfills, and higher operational costs associated with collection and final disposal. In this context, this article presents BioFusion, a sustainable model designed to convert organic waste into renewable energy and biofertilizers through the process of anaerobic digestion. The study adopts an exploratory and applied approach, utilizing a literature review, document analysis, and a case study focused on the airport logistics environment.

*The research proposes an integrated system involving efficient waste segregation, energy recovery, and sustainable operational monitoring. The results demonstrate the potential to reduce the volume of waste sent to landfills, decrease pollutant gas emissions, generate biogas, and strengthen ESG (*Environmental, Social, and Governance*) practices within logistics environments. However, quantitative data regarding the volume of processed waste*



SEMANA DO CONHECIMENTO

SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

and gas generation cannot yet be disclosed due to contractual confidentiality clauses associated with the system's operation. The project demonstrates scalability potential, operational feasibility, and applicability in airports, logistics centers, and urban environments. Part of the practical applications related to BioFusion has been in operation since January 23, 2026, in compliance with confidentiality agreements and contractual restrictions concerning operational and institutional data involved in the project.

Keywords: *sustainability; anaerobic biodigestion; airport logistics; circular economy; renewable energy.*

1. INTRODUÇÃO

O crescimento do setor aeroportuário e dos grandes centros logísticos intensificou significativamente a geração de resíduos orgânicos, principalmente em áreas de alimentação, manutenção, embarque e prestação de serviços. O aumento do fluxo de passageiros e da movimentação operacional elevou a produção diária de resíduos, tornando a gestão ambiental um desafio estratégico para aeroportos e operadores logísticos.

Segundo Ballou (2006), a logística moderna deixou de possuir foco exclusivamente operacional, passando a incorporar práticas sustentáveis capazes de reduzir impactos ambientais e otimizar recursos. Nesse cenário, a gestão eficiente de resíduos orgânicos tornou-se fator relevante para a competitividade e sustentabilidade das organizações.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010), empresas e instituições devem adotar práticas ambientalmente adequadas para redução, reutilização e reaproveitamento de resíduos. Entretanto, muitos ambientes logísticos ainda apresentam baixa eficiência na segregação de resíduos, dependência excessiva de aterros sanitários e desperdício do potencial energético da matéria orgânica descartada.

Nesse contexto, a biodigestão anaeróbica surge como alternativa sustentável para conversão de resíduos orgânicos em biogás e biofertilizantes, promovendo economia circular, geração de energia renovável e redução das emissões de gases de efeito estufa.

O BioFusion foi desenvolvido com o propósito de integrar sustentabilidade, inovação tecnológica e logística aplicada em um modelo de reaproveitamento energético voltado ao ambiente aeroportuário. O sistema já possui aplicação operacional iniciada em 23 de janeiro de 2026, embora parte das informações técnicas permaneça sob confidencialidade contratual. A aplicação atual ocorre por meio de contrato com duração prevista de 18 meses, período destinado à observação do desempenho operacional, análise de resultados e avaliação da viabilidade de expansão do projeto em escala ampliada.

A presente pesquisa possui abordagem exploratória, descritiva e aplicada, utilizando revisão bibliográfica, análise documental e estudo de caso voltado ao ambiente logístico aeroportuário. O objetivo principal consiste em desenvolver e demonstrar a aplicabilidade de um sistema sustentável de conversão de resíduos orgânicos em energia renovável e biofertilizantes.



SEMANA DO CONHECIMENTO

SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

Além disso, busca-se analisar os impactos ambientais relacionados ao descarte inadequado de resíduos, avaliar a viabilidade operacional do sistema e demonstrar seu potencial de replicação em diferentes contextos logísticos.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver e demonstrar a aplicabilidade de um sistema sustentável de conversão de resíduos orgânicos em energia renovável e biofertilizantes, com foco em ambientes aeroportuários e logísticos.

2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- **Analisar a geração de resíduos orgânicos em ambientes operacionais;**
- **Estruturar um modelo eficiente de segregação e reaproveitamento;**
- **Avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do sistema;**
- **Demonstrar o potencial de replicação em centros logísticos;**
- **Integrar práticas de sustentabilidade, inovação tecnológica e economia circular.**

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Sustentabilidade aplicada à logística

A sustentabilidade aplicada à logística envolve práticas destinadas à redução de impactos ambientais, otimização de recursos e aumento da eficiência operacional. Nos últimos anos, organizações passaram a incorporar princípios ESG como parte das estratégias corporativas, buscando equilíbrio entre desempenho econômico, responsabilidade ambiental e impacto social.

Segundo Novaes (2021), a logística sustentável representa importante diferencial competitivo nas cadeias de suprimentos modernas, especialmente em setores que apresentam elevada geração de resíduos e intenso fluxo operacional. Os aeroportos estão entre os ambientes que demandam elevado controle ambiental devido à concentração de atividades operacionais, circulação de pessoas e consumo de recursos. Nesse contexto, práticas sustentáveis relacionadas à gestão de resíduos tornaram-se fundamentais para redução de custos operacionais e mitigação dos impactos ambientais.

Martins e Alt (2009) destacam que a gestão eficiente de materiais e resíduos permite maior controle operacional, redução de desperdícios e melhoria dos processos logísticos. Dessa forma,



SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

soluções voltadas ao reaproveitamento energético tornam-se alternativas estratégicas para o setor aeroportuário.

3.2 Biodigestão anaeróbica

A biodigestão anaeróbica consiste em um processo biológico de decomposição da matéria orgânica na ausência de oxigênio, realizado por microrganismos que convertem os resíduos em biogás e biofertilizantes (EMBRAPA, 2021).

O biogás produzido apresenta composição rica em metano, podendo ser utilizado para geração de energia elétrica, térmica ou combustível renovável. Na aplicação operacional do BioFusion, a energia gerada vem sendo utilizada em benefício direto da própria instituição responsável pela implementação do sistema, contribuindo para fortalecimento das práticas de sustentabilidade energética.

Já os biofertilizantes podem ser reaproveitados em atividades agrícolas e ambientais, fortalecendo o conceito de economia circular. Parte do biofertilizante gerado pelo sistema vem sendo direcionada para pequenos produtores agrícolas envolvidos em ações sociais de apoio ao fornecimento de legumes e verduras destinados à população em situação de vulnerabilidade social.

Segundo estudos relacionados à gestão sustentável de resíduos, a biodigestão anaeróbica apresenta vantagens ambientais significativas, incluindo redução das emissões de gases de efeito estufa, diminuição da dependência de aterros sanitários e aproveitamento energético de resíduos orgânicos.

Além dos benefícios ambientais, a tecnologia contribui para redução de custos operacionais relacionados ao transporte, tratamento e destinação final de resíduos.

3.3 Economia circular e ESG (*Environmental, Social, and Governance*)

A economia circular propõe a substituição do modelo linear de consumo baseado em extração, utilização e descarte, por sistemas sustentáveis de reaproveitamento e regeneração de recursos.

Iniciativas voltadas à logística reversa e reaproveitamento de resíduos apresentam potencial significativo para fortalecimento da sustentabilidade corporativa.

Nesse contexto, o BioFusion está alinhado aos princípios da economia circular ao transformar resíduos orgânicos em recursos reutilizáveis, promovendo geração de energia renovável e reaproveitamento de subprodutos.

As práticas ESG também vêm se consolidando como fator estratégico para organizações públicas e privadas. Empresas que adotam soluções sustentáveis tendem a fortalecer sua imagem institucional, reduzir impactos ambientais e aumentar a eficiência operacional.

3.4 Inovação tecnológica na logística aeroportuária

A inovação tecnológica tornou-se elemento essencial para modernização dos processos logísticos aeroportuários. O uso de sistemas inteligentes, automação operacional e monitoramento de indicadores ambientais permite maior eficiência na gestão de recursos e resíduos.

O BioFusion diferencia-se por integrar tecnologia, sustentabilidade e logística aplicada em um modelo operacional voltado ao reaproveitamento energético de resíduos orgânicos.

O modelo apresenta características compatíveis com níveis intermediários e avançados de maturidade tecnológica, especialmente em função da estruturação operacional do sistema, validação



SEMANA DO CONHECIMENTO

SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

prática e início de operação em ambiente aplicado desde 23 de janeiro de 2026, respeitando limitações de divulgação decorrentes de cláusulas contratuais de confidencialidade. O período contratual de operação e monitoramento possui duração prevista de 18 meses, permitindo análise técnica da eficiência do sistema e estudo de viabilidade para futura ampliação em maior escala operacional.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória, descritiva e aplicada, utilizando abordagem qualitativa e estudo de caso voltado à logística aeroportuária. Inicialmente foi realizada revisão bibliográfica acerca dos temas sustentabilidade, logística verde, biodigestão anaeróbica, economia circular e gestão de resíduos sólidos.

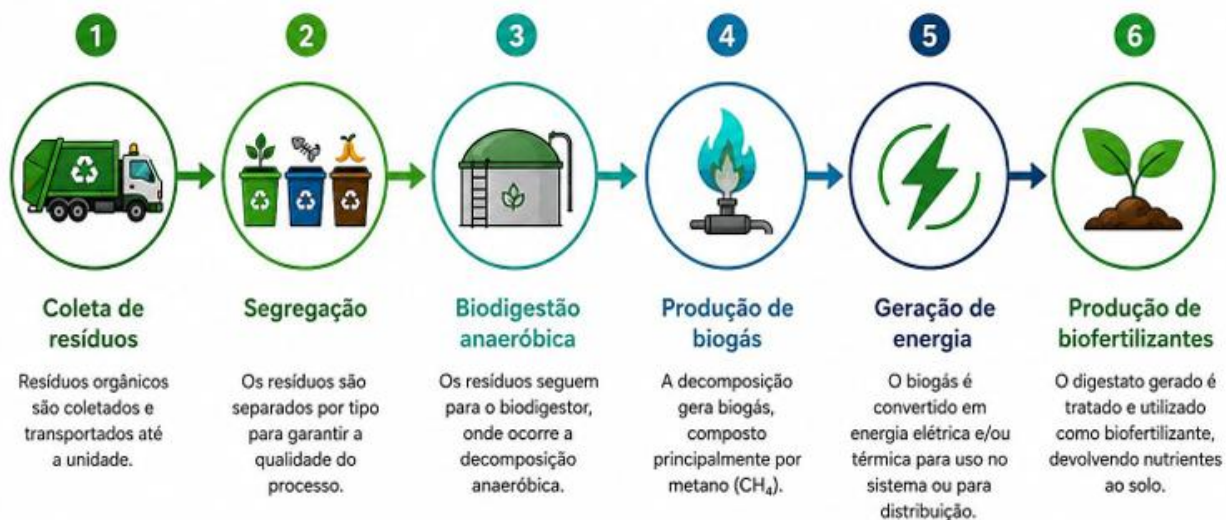
Foram utilizados livros, artigos científicos, legislações ambientais, dissertações e documentos técnicos relacionados ao setor logístico. Posteriormente realizou-se análise operacional relacionada à geração de resíduos orgânicos em ambientes aeroportuários, considerando processos de alimentação, embarque e serviços. Os procedimentos metodológicos envolveram: levantamento bibliográfico sobre sustentabilidade aplicada à logística; análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos; estudo de modelos de biodigestão anaeróbica; estruturação do sistema operacional BioFusion; análise qualitativa da viabilidade ambiental e operacional; simulação conceitual dos fluxos de reaproveitamento energético. A pesquisa também utilizou princípios de Pesquisa Operacional para análise de cenários relacionados à redução de resíduos, reaproveitamento energético e otimização logística.



SEMANA DO CONHECIMENTO

SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

Figura 1 – Fluxo operacional do sistema BioFusion



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

4. PROBLEMAS IDENTIFICADOS

A análise do ambiente operacional identificou elevado volume de resíduos orgânicos gerados diariamente, baixa eficiência na segregação na origem e dependência significativa de aterros sanitários.

Também foram observados custos elevados relacionados ao transporte e destinação final dos resíduos, além do subaproveitamento do potencial energético da matéria orgânica descartada.

Esses fatores evidenciam a necessidade de soluções sustentáveis capazes de integrar eficiência logística, redução de impactos ambientais e reaproveitamento energético.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento do BioFusion demonstrou potencial significativo de aplicação sustentável em ambientes aeroportuários e logísticos.

A proposta apresentou benefícios ambientais relacionados à redução do envio de resíduos para aterros sanitários, diminuição das emissões de gases de efeito estufa e reaproveitamento energético da matéria orgânica.

Os resultados também indicam potencial de fortalecimento das práticas ESG e melhoria da eficiência operacional relacionada à gestão de resíduos. A utilização prática da energia gerada pelo sistema e o reaproveitamento social dos biofertilizantes reforçam o impacto ambiental, econômico e social do projeto, evidenciando alinhamento aos princípios de sustentabilidade e responsabilidade socioambiental. O biofusion propõe a implementação de um sistema integrado de gestão sustentável



SEMANA DO CONHECIMENTO

SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

de resíduos orgânicos com foco na conversão energética por biodigestão anaeróbica.

O modelo envolve coleta estruturada, segregação eficiente, reaproveitamento energético, monitoramento operacional e destinação sustentável de subprodutos.

Além da geração de energia renovável, o sistema promove fortalecimento das práticas ESG, redução de impactos ambientais e incentivo à economia circular. Benefícios potenciais do sistema BioFusion: Figura 2.

Figura 2 – Aspectos e benefícios esperados do sistema BioFusion

ASPECTO	BENEFÍCIO ESPERADO
 Ambiental	 Redução de resíduos destinados a aterros
 Energético	 Produção de biogás e energia renovável
 Econômico	 Redução de custos operacionais
 Sustentável	 Fortalecimento das práticas ESG
 Operacional	 Melhoria da segregação e monitoramento

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A análise operacional indica que sistemas de biodigestão aplicados à logística aeroportuária podem contribuir para redução de desperdícios e melhor aproveitamento dos resíduos gerados em áreas de alimentação e serviços.

Além dos benefícios ambientais, o BioFusion apresenta potencial estratégico relacionado à inovação tecnológica e à sustentabilidade corporativa.

Os resultados sugerem ainda possibilidade de expansão do modelo para centros logísticos, terminais urbanos, portos e ambientes institucionais que apresentem elevada geração de resíduos orgânicos.

6. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E MATURIDADE

O BioFusion diferencia-se por integrar sustentabilidade, logística e inovação tecnológica em uma solução aplicada ao reaproveitamento energético de resíduos orgânicos.

O modelo apresenta características compatíveis com níveis intermediários e avançados de maturidade tecnológica, especialmente em função da estruturação operacional do sistema, validação prática e início de operação em ambiente aplicado desde 23 de janeiro de 2026.

A integração entre monitoramento operacional, gestão sustentável e geração de energia renovável posiciona o projeto como solução alinhada às tendências contemporâneas de logística



SEMANA DO CONHECIMENTO

SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

verde e inovação sustentável.

O BioFusion possui pedido de patente depositado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), órgão oficial responsável pelo registro de patentes no Brasil, sob o número BR 10 2026 002799-5, em nome de Kely Cristina de Andrade. O pedido foi publicado na Revista da Propriedade Industrial (RPI) em 18 de fevereiro de 2026, reforçando o caráter inovador e tecnológico do projeto aplicado à sustentabilidade logística e energética.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa demonstrou que a gestão de resíduos orgânicos pode deixar de representar apenas um desafio operacional, tornando-se oportunidade estratégica para geração de energia renovável, redução de impactos ambientais e fortalecimento das práticas ESG.

O BioFusion apresentou potencial de aplicação em aeroportos, centros logísticos e ambientes urbanos, demonstrando capacidade de integração entre sustentabilidade, reaproveitamento energético e eficiência operacional.

Os resultados obtidos indicam que a adoção de sistemas de biodigestão anaeróbica pode contribuir significativamente para redução de resíduos destinados a aterros sanitários, diminuição das emissões de gases de efeito estufa e fortalecimento das práticas ambientais corporativas. Contudo, métricas operacionais detalhadas referentes ao volume de resíduos processados e à quantidade de biogás gerado permanecem sob restrição contratual e ainda não podem ser divulgadas publicamente.

Além dos benefícios ambientais, o modelo proposto apresenta potencial de redução de custos operacionais relacionados ao transporte e destinação de resíduos, bem como possibilidade de geração de energia renovável e aproveitamento de biofertilizantes.

Retornando ao objetivo principal da pesquisa, conclui-se que o BioFusion demonstrou viabilidade conceitual e operacional para aplicação sustentável no contexto logístico aeroportuário.

Sugere-se, para pesquisas futuras, a realização de estudos quantitativos relacionados à capacidade de geração energética, análise econômica detalhada e ampliação da aplicação operacional em maior escala.

A pesquisa contribui para o fortalecimento da logística verde e amplia as discussões relacionadas à sustentabilidade aplicada ao setor aeroportuário, evidenciando a importância da inovação tecnológica e da economia circular nos processos logísticos contemporâneos.



SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

8. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Sustentabilidade e gestão ambiental em aeroportos brasileiros**. Brasília, DF: ANAC, 2023. Disponível em: ANAC. Acesso em: 15 maio 2026.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2010.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: Planalto – Política Nacional de Resíduos Sólidos. Acesso em: 15 maio 2026.

CARVALHO, Gilberto. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson, 2018. Logística reversa: meio ambiente e competitividade.

Economia circular
BRAUNGART, Michael; MCDONOUGH, William. **Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente**. São Paulo: Gustavo Gili, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Biodigestão anaeróbica e aproveitamento energético de resíduos orgânicos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2021. Disponível em: EMBRAPA. Acesso em: 15 maio 2026.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Pedido de patente BR 10 2026 002799-5 – BioFusion**. Revista da Propriedade Industrial (RPI), Rio de Janeiro, 18 fev. 2026. Disponível em: INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Acesso em: 15 maio 2026.

MARTINS, Petrônio Garcia; ALT, Paulo Renato Campos. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão de resíduos sólidos e sustentabilidade ambiental**. Brasília, DF: MMA, 2022. Disponível em: Ministério do Meio Ambiente. Acesso em: 15 maio 2026.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.



SEMANA DO CONHECIMENTO

SEMCITEC FECEG EXPO CRIATIVIDADE ECONOMIA CRIATIVA

"Os conteúdos expressos no trabalho, bem como sua revisão ortográfica e adequação às normas ABNT são de inteira responsabilidade dos autores."

“Os conteúdos expressos neste trabalho, bem como sua revisão ortográfica e adequação às normas ABNT, são de inteira responsabilidade dos autores.” “Declara-se pelos autores que durante a preparação deste trabalho foi utilizado o ChatGPT da OpenAI apenas como ferramenta de apoio para ajustes textuais e revisão gramatical. Após utilizar esta ferramenta / serviços, os autores editaram e revisaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.