

# O ENSINO DA COMPOSTAGEM DOMÉSTICA COMO INSTRUMENTO PARA PROMOÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR EM SISTEMAS DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Karin Luise dos Santos<sup>1</sup>

Jenifer Panizzon<sup>2</sup>

Thaís Fátima Rodrigues<sup>3</sup>

Harri Mattila<sup>4</sup>

Vanusca Dalosto Jahno<sup>5</sup>

**Resumo:** No Brasil, quase metade dos resíduos sólidos gerados nas cidades é orgânico, mas menos de 1% são reutilizados. A economia circular apresenta uma abordagem para sua valorização, onde a compostagem é uma ferramenta para alcançar este objetivo. Este trabalho consistiu em capacitar pessoas para realizarem esta atividade por meio de oficinas, workshops, palestras e treinamentos, obtendo um alcance direto de 291 participantes. Um questionário também foi aplicado para analisar a eficácia das capacitações. Os resultados demonstraram que 65,2% continuam praticando a compostagem, 42,9% estão separando melhor os seus resíduos e 38,1% afirmaram que reduziram o desperdício de alimentos. Dessa forma, a compostagem pode ser uma técnica com potencial para minimização de diversos impactos ambientais.

**Palavras-chave:** Resíduos Orgânicos; Descentralização; Valorização; Reciclagem; Educação Ambiental.

---

<sup>1</sup> Universidade Feevale. Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental. E-mail: karinluise@hotmail.com. Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4635895290940789>.

<sup>2</sup> Universidade Feevale. Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental. E-mail: panizzonj@gmail.com. Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2129048778111991>.

<sup>3</sup> Universidade Feevale. Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental. E-mail: thais.fatimarodrigues@gmail.com. Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0791683247533859>.

<sup>4</sup> Häme University of Applied Sciences (HAMK). Bioeconomy Research Unit. E-mail: harri.mattila@hamk.fi. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3750-8129>.

<sup>5</sup> Universidade Feevale. Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental. E-mail: vanusca@feevale.br. Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6154250221552525>.

**Abstract:** In Brazil, almost half of the solid waste generated in cities is organic, but less than 1% is reused. The circular economy presents an approach for its valorization, where composting is a tool to achieve this goal. This study consisted in training people to accomplish this activity through workshops, lectures, and practices, directly reaching 291 participants. A questionnaire was also applied to analyze the effectiveness of the trainings. The results showed that 65.2% continue to practice composting, 42.9% are separating their residues better, and 38.1% stated that they have reduced food waste. Thus, composting can be a potential technique for minimizing various environmental impacts.

**Keywords:** Organic Waste; Decentralization; Valorization; Recycling; Environmental Education.

## Introdução

O desperdício de alimentos e os elevados montantes de resíduos gerados a partir destas perdas são temas atuais de grande preocupação e mobilização global. Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2021, p. 8), apontaram que cerca de 931 milhões de toneladas de resíduos orgânicos foram gerados no mundo em 2019, dos quais 61% ocorreram na esfera doméstica, 26% por meio dos serviços de alimentação e 13% do varejo.

Além dos fatores sociais e econômicos, existem diversos impactos ambientais causados pelo desperdício de alimentos, dentre os quais pode-se destacar a degradação de recursos naturais e a grande quantidade de resíduos gerados (HEBROK; HEIDENSTRØM, 2019). A realidade é que no Brasil, mais de 45% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) são orgânicos. Isso indica que todos os anos são gerados em torno de 36 milhões de toneladas desta fração nas cidades, dos quais menos de 1% é reutilizado (ABRELPE, 2020, p.39).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), determina como obrigação dos municípios, além da implementação da coleta seletiva e da disposição ambientalmente adequada, a promoção da reciclagem dos resíduos orgânicos através de processos como a compostagem, seja ela em escala domiciliar, comunitária, institucional, industrial e/ou municipal. Contudo, a maioria dos municípios coleta e dispõe os resíduos orgânicos juntamente aos rejeitos, desvalorizando o seu potencial. Afinal, esta mesma Lei estabelece que somente devem ser considerados rejeitos aqueles resíduos para os quais foram esgotadas as possibilidades de tratamento e recuperação, onde não cabendo alternativas, devem receber a sua disposição final (BRASIL, 2010). No entanto, passados 12 anos da sua implementação, a PNRS que também impôs o fim dos lixões até 2014, possui 39,8% dos RSU coletados atualmente no Brasil ainda dispostos de maneira inadequada em lixões ou aterros controlados (ABRELPE, 2021, p. 22).

A Lei 14.026/2020, que estabelece o chamado Novo Marco Legal do Saneamento Básico Brasileiro (BRASIL, 2020), alterou o prazo para a

regularização da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de capitais e regiões metropolitanas até 2021, enquanto cidades com mais de 100 mil habitantes têm até 2022. As cidades entre 50 e 100 mil habitantes possuem prazo até 2023 e municípios com menos de 50 mil habitantes têm até 2024. Estas datas carregam consigo o prazo limite para a extinção dos lixões e indicam, de um modo geral, que o país levará 10 anos além do previsto pela PNRS para resolver este problema.

Ainda assim, mesmo que sejam enviados para aterros sanitários (alternativa adotada para 60,2% dos resíduos coletados no país e considerada como forma de disposição ambientalmente adequada), os resíduos orgânicos liberam gás metano em seu processo de decomposição, que é 28 vezes mais poluente que o dióxido de carbono e nem todos os aterros possuem sistemas de controle para a liberação deste gás (SNIS, 2020; ABRELPE, 2021, p. 22).

O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2020, p. 7) apontou que, em 2019, o setor de resíduos respondeu por 4% do total de emissões no Brasil, o que corresponde a 96 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq emitidas. Isso implica que a ausência de sistemas de coleta deste gás resulta na emissão de 1.170 kg CO<sub>2</sub> eq/ton ou 47 kg CH<sub>4</sub>/ton. Em contrapartida, processos como a digestão anaeróbica e a compostagem evitam emissões em uma proporção de 2,3 kg CH<sub>4</sub>/ton e 3 kg CH<sub>4</sub>/ton, respectivamente (ABRELPE, 2020, p. 46).

A compostagem é considerada uma tecnologia capaz de transformar resíduos sólidos orgânicos em um produto que pode ser utilizado com segurança no cultivo de alimentos, como condicionantes de solos e/ou fertilizantes (ZHAO *et al.*, 2020). Ela ocorre através do processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos e permite a transformação de suas propriedades físico-químicas, estabilizando a carga orgânica, higienizando-a, reduzindo a massa e o volume, tornando-a segura para o uso e reciclando seus nutrientes (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2018, p. 35; FEPAM, 2021).

Todavia, na prática, o que se observa é que a maior parte dos resíduos orgânicos são enviados indiscriminadamente para aterros e os esforços para promover a sua reciclagem, como parte das estratégias de gestão e gerenciamento de resíduos em todas as dimensões, são mínimos. Ao enviar os resíduos orgânicos para os aterros, além de todas as emissões de gases de efeito estufa responsáveis pela aceleração das mudanças climáticas, o ciclo natural de nutrição do solo é rompido e um alto custo com o manejo é gerado para os municípios (SULEWSKI *et al.*, 2021; AWASTHI *et al.*, 2019).

Este cenário descreve a problemática de uma abordagem linear dos sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos no Brasil, onde os materiais percorrem fluxos que encontram soluções de fim-de-tubo, como os aterros. Por isso, é importante entender o metabolismo urbano, ou seja, conhecer quais são as entradas e saídas de energia, água e nutrientes, a fim de identificar oportunidades

e propor sistemas alternativos de circuito fechado, onde os recursos são eficientemente utilizados dentro dos limites urbanos com uma perspectiva restaurativa (DIJST *et al.*, 2018).

Neste sentido, a economia circular (EC) apresenta alternativas para a valorização da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos (FORSU) desde a sua concepção, pois não a vê como lixo, mas como fonte de matéria-prima e um recurso precioso, capaz de contribuir para a regeneração e fortalecimento dos solos (ÜNSALAN, 2019). Logo, através da abordagem da economia circular, busca-se um novo sistema distribuído de gestão e gerenciamento de recursos e fluxos de nutrientes, tornando possível a reutilização destes materiais, mantendo-os em uso ao invés de jogá-los “fora” em um aterro (EMF, 2019).

Certamente existem tecnologias capazes de maximizar o uso da fração orgânica, como a geração de biogás a partir da digestão anaeróbica ou, antes disso, a extração de matérias-primas bioquímicas (CECCHI; CAVINATO, 2019). Todas essas formas de utilização da matéria orgânica promovem a regeneração da biosfera e fazem parte de sistemas circulares. No entanto, a compostagem doméstica é a mais simples e eficaz para a valorização da FORSU (EEA, 2020), sendo provavelmente o único método que pode ser aplicado na esfera domiciliar sem a necessidade de equipamentos especializados (WAS; SULEWSKI; SZYMAN SKA, 2019).

Sendo assim, a compostagem se apresenta como uma alternativa de gerenciamento viável da FORSU, especialmente no contexto das limitações dos países em desenvolvimento (LIMA *et al.*, 2018). Para isso, fica claro que, em primeiro lugar, os cidadãos precisam entender muito mais sobre a importância e o funcionamento da compostagem doméstica, sendo incentivados a colocá-la em prática. Portanto, este trabalho teve como objetivo ensinar à população a técnica de compostagem doméstica e a aplicação dos seus produtos, incentivando a descentralização da FORSU da gestão municipal e contribuindo com a aceleração da regeneração urbana em Novo Hamburgo e demais municípios limítrofes, a partir dos princípios da economia circular.

### **A importância da compostagem à luz da economia circular**

A economia circular é um modelo de crescimento para um futuro sustentável. Seu conceito central é preservar o valor dos materiais e produtos por um período mais longo, fechando o ciclo de vida e minimizando a necessidade de captura de materiais virgens e energia, o que leva a redução das pressões geradas sob o meio ambiente pela extração, produção, consumo e descarte (NG; YANG; YAKOVLEVA, 2019).

Existem várias oportunidades de transição possíveis para a EC, dentre elas estão os processos de captura da bioeconomia urbana. Por meio de estratégias para a valorização e a recuperação de resíduos orgânicos produzidos nas cidades, por exemplo, é possível fechar o ciclo de nutrientes, retornando-os ao solo e, assim, colaborar para sua melhora, o que pode impulsionar uma

agricultura regenerativa que seria capaz de aumentar a diversidade biológica e o conteúdo nutricional dos alimentos, além de economizar água. As cidades que incorporam princípios de economia circular se tornam mais prósperas, habitáveis e resilientes (EMF, 2017, p. 17).

De um modo geral, a EC está baseada na ideia dos metabolismos da natureza: ela estimula o desenvolvimento e o crescimento, ao invés de destruição e desvalorização. Além disso, está baseada nos princípios da Ecologia, através da interdependência dos ciclos da Termodinâmica, pois é necessária energia extra para modificar um sistema estável, e da Biologia, uma vez que a evolução leva ao encontro de soluções (LUZ, 2017, p. 17). Para acelerar a transição para um modelo econômico circular, é preciso que ocorra uma mudança de paradigma nos comportamentos dos indivíduos para adoção coletiva destes princípios. Por isso, torna-se parte substancial da educação, desde a infância ao ensino superior, trabalhar este assunto para incutir novas visões à sociedade no que diz respeito também à sustentabilidade, fundamentada em todos os seus pilares: econômico, social, cultural e ambiental (VASILEIOU; ARVANITIDIS, 2020).

A PNRS (BRASIL, 2010) determina que os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos contendam “*programas e ações de Educação Ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos*”. Logo, entende-se que a disseminação das técnicas e práticas de compostagem doméstica seja um método de inclusão da economia circular nos sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos atuais, o que possibilita o fechamento do ciclo próximo à fonte geradora. Desenvolver soluções locais, que mantenham os recursos e os materiais em circuitos menores e mais curtos, através da regionalização da criação de valor, é uma estratégia gradual para diminuir a complexidade dos fluxos de resíduos (HOFMANN, 2019).

Abdel-Shafy e Mansour (2018) traduzem os conceitos de 3R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), amplamente aplicados e recomendados em todo o mundo, como base para gestão e gerenciamento de resíduos em: prevenção da geração de resíduos, estabelecimento da economia circular, produções mais limpas e valorização dos resíduos por meio da transformação em novas fontes de energia e materiais. Todos estes pontos são ativados através da aplicação da compostagem doméstica.

Contudo, para a popularização da compostagem doméstica e da economia circular é preciso que as pessoas estejam motivadas, sensibilizadas, tenham conhecimento e atitude (PIERINI *et al.*, 2021). Outros fatores também podem influenciar na adesão a estas práticas, como a presença de um jardim ou quintal, a quantidade total de restos de alimentos e podas geradas pelas famílias que terão de ser compostadas e o tempo que deverá ser investido neste processo (LOAN *et al.*, 2019).

Kraker *et al.* (2019) concluíram em seu estudo conduzido para a descentralização da FORSU, em Santiago – Chile, que a vermicompostagem

(compostagem realizada com a utilização de minhocas) é uma das tecnologias mais interessantes considerando autossuficiência em nutrientes, demanda por terra, investimento econômico e lucros, onde foi encontrado um potencial de recuperação de 6% para nitrogênio (N) e 24% para o potássio (K). Todo esse processo tem um efeito multiplicador incontestável, desde a transmissão das técnicas aprendidas para sua comunidade, amigos e familiares até a possibilidade de, através da sensibilização adquirida, influenciar na mudança de hábitos alimentares e de consumo.

## Metodologia

Tendo em vista que este estudo considera a Educação Ambiental (EA) como uma preocupação implícita, instituída pela Lei 9.795/1999 (BRASIL, 1999), com os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem conhecimentos e habilidades voltadas para a conservação do meio ambiente, a metodologia utilizada pode ser considerada como uma pesquisa participativa em EA, ou pesquisa-ação, conforme Behling, Carlan e Gil (2015).

No que tange os resíduos orgânicos gerados nas unidades familiares, esta pesquisa ofereceu à comunidade acadêmica e à comunidade em geral oficinas sobre compostagem doméstica e vermicompostagem a fim de incentivar a população para descentralização da FORSU e promoção dos princípios da economia circular.

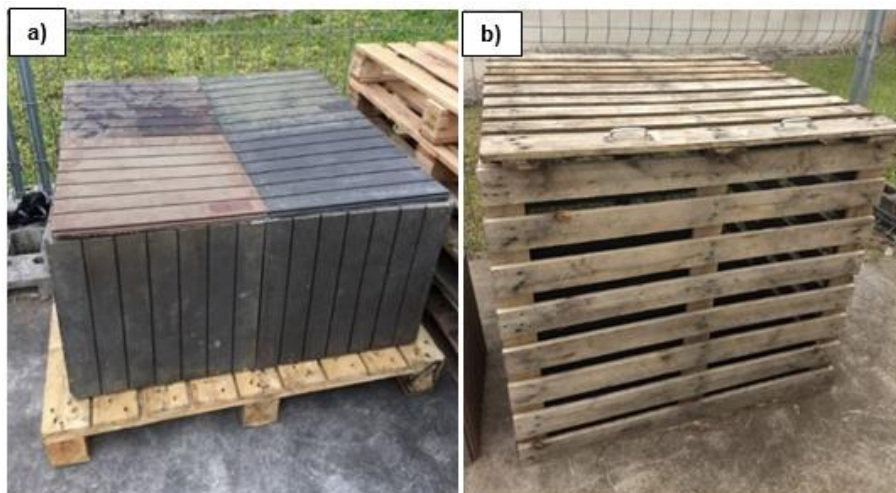
Inicialmente foram elaborados e montados alguns modelos de composteiras no Laboratório de Tecnologia de Polímeros do Centro de Tecnologias Limpas da Universidade Feevale, localizada na cidade de Novo Hamburgo/RS, para que pudessem ser utilizadas como ferramentas para as oficinas, como demonstra a Figura 1.



**Figura 1:** Modelos de composteiras para pequenos espaços, sendo a) Composteira de baldes com capacidade para 75 litros, b) Composteira de baldes com capacidade para 15 litros, c) Composteira de caixas com capacidade para 45 litros e d) Composteira de potes de sorvetes com capacidade para 6 litros. **Fonte:** os autores.

Estas composteiras exemplificam algumas estruturas que podem ser confeccionadas com baixo custo, uma vez que todos os recipientes observados na imagem foram recebidos de doações de supermercados, padarias e, até mesmo, reaproveitados de embalagens que seriam descartadas em casa, como o caso dos potes de sorvete. Estes modelos funcionam bem para famílias pequenas, pessoas que moram sozinhas e em zonas urbanizadas, assim como as que não possuem espaço para praticar a compostagem, como aqueles que moram em apartamentos, por exemplo.

Também foram construídos 4 modelos de composteiras, com capacidade para receber volumes superiores de resíduos. Estas composteiras encontram-se na área externa do Centro de Tecnologias Limpas da Universidade Feevale e estão sendo utilizadas para as capacitações em compostagem. Duas foram construídas a partir de placas que foram fabricadas com rejeitos urbanos e que foram cedidas a esta pesquisa por uma empresa parceira, uma delas está representada na Figura 2a. Outra composteira foi feita a partir de *pallets* que seriam descartados, também doados por uma empresa de Novo Hamburgo, conforme mostra a Figura 2b. Além destas, foi produzida ainda uma composteira de arames.



**Figura 2:** a) Composteiras fabricadas a partir de placas de rejeitos urbanos e b) Composteira fabricada a partir de pallets. **Fonte:** os autores.

Aproveitando a experiência adquirida com a prática da confecção destas composteiras, foram criados alguns manuais onde são explicados e ilustrados todos os passos para que os participantes das oficinas e demais eventos que se interessarem por reproduzi-los em seus lares possam ter uma base para começar. Além disso, este material é digital, o que permite ser compartilhado com um número maior de pessoas, aumentando o alcance da informação.

As oficinas foram desenvolvidas de acordo com os recursos, o público e o local em que foram realizadas. De um modo geral, ocorreram em duas partes: na primeira uma abordagem teórica e, na segunda, a parte prática.

Na etapa teórica, foram abordados os princípios básicos da compostagem e da vermicompostagem, relacionando-os com a importância da economia circular nas relações urbanas diárias. Na parte prática, foram aplicadas técnicas de construção e manejo de composteiras e vermicomposteiras. Os modelos de vermicomposteiras em baldes foram os mais utilizados. Para construção destes modelos, foram utilizados baldes vazios que continham nata, gordura, cobertura e outros produtos de padarias ou supermercados que apoiaram este trabalho e doaram as embalagens que seriam descartadas, sendo transformadas em composteiras domésticas.

As minhocas utilizadas foram da espécie *Eisenia fetida* (Savigny, 1826), também conhecida como minhoca-californiana, reproduzidas no Laboratório de Tecnologia de Polímeros do Centro de Tecnologias Limpas, na Universidade Feevale. Esta minhoca é amplamente utilizada nos processos de vermicompostagem por ser resistente às variações de temperatura e diferentes graus de umidade, além de possuir altas taxas de crescimento e reprodução (COTTA *et al.*, 2015).

A matéria seca, fonte de carbono, utilizada na maioria das oficinas foi a serragem, adquirida a partir de sobras de madeiras. Utilizou-se também um mostruário com outros materiais que caracterizam a matéria seca e que podem ser utilizados na compostagem em substituição a serragem. Este mostruário sempre foi levado para as oficinas, onde os participantes tocaram, observaram as diferenças, texturas, composições, ponto de secagem, entre outras características. Dessa forma, conseguiram visualizar a possibilidade de adequar o método recomendado para as suas realidades, buscando utilizar os recursos disponíveis próximo das residências.

Nas oficinas os participantes tiveram a oportunidade de construir as suas próprias vermicomposteiras, utilizando ferramentas simples como furadeira, tesoura e estilete. Antes de iniciar, foram explicadas as etapas a serem realizadas. Em cada oficina eram utilizados modelos de composteiras prontas, indicadas na Figura 1, possibilitando a consulta de uma referência ao longo da prática. Ao final, os participantes levaram para casa as vermicomposteiras completas para começar a reciclar os resíduos orgânicos.

Na Tabela 1 estão relacionados de forma descritiva todos os eventos promovidos, entre oficinas, workshops e palestras sobre a compostagem doméstica e o número de participantes diretos envolvidos. Ao total, foram realizados 15 encontros, que contaram com a participação de quase 300 pessoas. As atividades de capacitação iniciaram com oficinas abertas para a comunidade e alunos, sediadas no Centro de Tecnologias Limpas da Universidade Feevale. Com o passar do tempo, foram estendidas para fora da universidade, atuando em



escolas da rede pública de ensino, sedes de associação de bairros, postos de saúde, igrejas e empresas.

Nas oficinas realizadas, foram abordados diversos métodos didáticos. Por exemplo, para a atividade realizada com alunos dos anos iniciais da Escola Municipal Recanto Floresta, na cidade de Estância Velha – RS, os alunos tiveram a oportunidade de construir um protótipo de composteira feito com garrafas PET, que puderam levar para as suas casas. Eles também viram uma composteira montada e conheceram um pouco mais sobre o trabalho que as minhocas desempenham neste processo.

Já para a oficina realizada durante o IV Seminário de Resíduos Sólidos da Universidade Feevale, intitulada “Compostagem, da cozinha para refeitório: práticas domésticas e empresariais”, foram abordados diversos métodos de compostagem, desde os mais simples para pequenos espaços, como aqueles que podem ser realizados em escala industrial.

**Tabela 1:** Eventos de capacitação para compostagem e vermicompostagem realizados durante o projeto.

	<b>EVENTO</b>	<b>NÚMERO DE PARTICIPANTES</b>
1	Oficina sobre vermicompostagem para alunos dos anos iniciais da Escola Municipal Recanto Floresta, na cidade de Estância Velha-RS	15
2	Compostagem, da cozinha para refeitório: práticas domésticas e empresariais, realizada durante o IV Seminário de Resíduos Sólidos da Universidade Feevale	27
3	Treinamento sobre vermicompostagem para Grupo Interno de Gerenciamento Ambiental da Universidade Feevale	4
4	Aula sobre compostagem urbana para alunos da disciplina de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do curso de Engenharia Civil da Universidade Feevale	39
5	Oficina de compostagem doméstica para alunos da disciplina de Tecnologias Limpas, Reaproveitamento e Reciclagem do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale	14
6	Oficina de compostagem doméstica durante a Semana Interna de Prevenção de Acidentes da empresa Gerdau Riograndense, na cidade de Sapucaia do Sul-RS	16
7	Oficina de compostagem doméstica para o grupo de agentes sociais e líderes comunitários vinculados a Unidade de Saúde da Família do Bairro São José em Novo Hamburgo-RS	13
8	Oficina de compostagem doméstica promovida para a comunidade através do Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental para Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos da Universidade Feevale	7
9	Oficina de compostagem doméstica para alunos da disciplina de Tecnologias Limpas, Reaproveitamento e Reciclagem do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Materiais da Universidade Feevale	7
10	Oficina de compostagem para Professores da Escola de Aplicação Feevale	15

*Continua...*

...continuação.

EVENTO		NÚMERO DE PARTICIPANTES
11	Palestra sobre compostagem doméstica, realizada durante o I Workshop no Seu Bairro, ocorrido no Colégio Kurt Wlazer, na Vila Diehl em Novo Hamburgo-RS	15
12	Palestra sobre compostagem doméstica promovida pelo Grupo de Educação Ambiental em Desastres da Universidade Feevale, realizada na Paróquia São José Operário-Bairro São Jorge - Novo Hamburgo-RS	46
13	Palestra online sobre compostagem doméstica promovida pelo Diretório Central dos Estudantes Feevale - DCE	51
14	Palestra online sobre compostagem e vermicompostagem doméstica na disciplina de Reaproveitamento e Reciclagem do PPG em Tecnologia de Materiais da Universidade Feevale	10
15	Aula online sobre compostagem doméstica para alunos do Programa de Pós-Graduação em Análise de Sistemas Ambientais do Centro Universitário CESMAC/Alagoas	12
<b>Total</b>		<b>291</b>

**Fonte:** os autores.

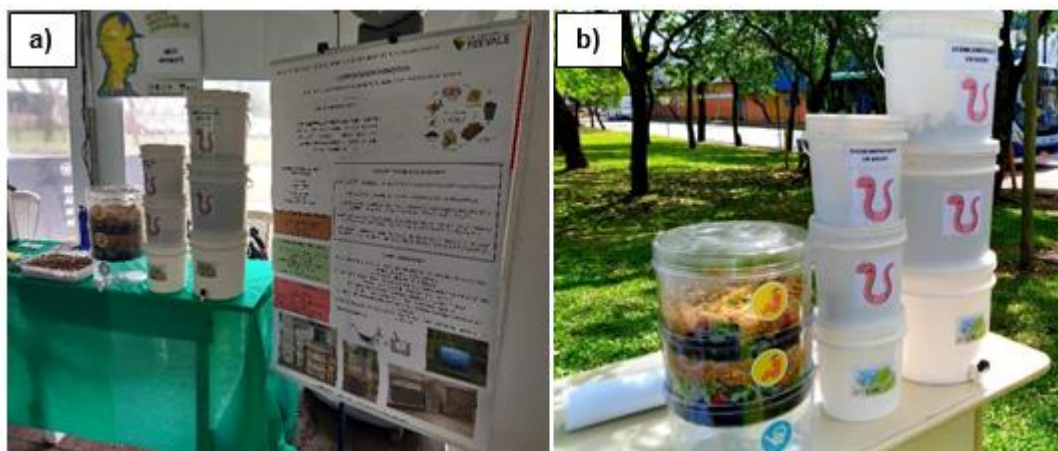
Também foi possível realizar um treinamento sobre vermicompostagem para o Grupo Interno de Gerenciamento Ambiental (GIGA) da Universidade Feevale, conforme demonstra a Figura 3. Nesta ocasião, foram utilizadas as ferramentas e a composteira do próprio setor. Os funcionários haviam também coletado uma quantidade de resíduos do restaurante universitário que foi utilizado na parte prática, enriquecendo ainda mais o aprendizado.



**Figura 3:** Treinamento sobre vermicompostagem para o Grupo Interno de Gerenciamento Ambiental (GIGA) na Central de Triagem de Resíduos, sendo a) Resíduos provenientes do Restaurante Universitário e b) Minhocas utilizadas no processo de vermicompostagem.

**Fonte:** os autores.

Durante a Semana Interna de Prevenção de Acidentes da empresa Gerdau Riograndense, na cidade de Sapucaia do Sul – RS, o grupo de pesquisa teve a oportunidade de participar como convidado, realizando uma exposição e oficinas sobre o tema (Figura 4). Foram duas turmas, de todas as áreas da empresa, como administrativo, produção e manutenção. Uma experiência bastante enriquecedora, pois a diversidade da turma permitiu uma ampliação dos questionamentos e a troca de experiências.



**Figura 4:** a) Exposição sobre compostagem e vermicompostagem e b) Oficina de compostagem e vermicompostagem doméstica, realizada ao ar livre na Gerdau. **Fonte:** os autores.

A partir da pesquisa bibliográfica realizada, alguns materiais foram selecionados e enviados para complementar e aprofundar os conhecimentos dos participantes e servir como consulta, após a realização dos trabalhos. Ao todo foram capacitadas 291 pessoas de forma direta. Contudo, sabe-se que o alcance é muito maior. Os próprios participantes trazem ou enviam relatos de que já ensinaram outros familiares, amigos, vizinhos, colegas, entre outros.

Além do mais, a maioria dos participantes morava com outras pessoas, o que faz com que a compostagem contemple toda uma unidade familiar. Para o caso das empresas ou empreendimentos de serviços alimentares, sabe-se que esta prática se estende a todos os funcionários dos locais e até mesmo para os clientes e visitantes. Como também foram realizadas oficinas com professores, agentes de saúde e líderes comunitários, o raio de expansão das práticas de compostagem vai muito mais além.

O trabalho contou com a participação e colaboração de diversos alunos da Universidade Feevale, inseridos no projeto de Educação Ambiental em Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos. Estes alunos pertencem a cursos de diversas áreas e níveis de formação, desde técnicos a doutorandos, englobando assim os princípios da transdisciplinaridade e indissociabilidade.

Para avaliar a eficácia destas oficinas, aliada a percepção de que existe uma oportunidade bioeconômica no que tange o tema, foi desenvolvido um

questionário via formulário online do *Google Forms*, para avaliar estas demandas. Gil (2019, p. 121) define que os questionários consistem em uma técnica de investigação fundamental para coleta de dados em levantamentos de campo cujas respostas servem para validar as hipóteses da pesquisa. O questionário foi enviado para 122 pessoas e foram obtidas 46 respostas. Por fim, os dados coletados foram compilados, estratificados, analisados e relacionados com a teoria pesquisada.

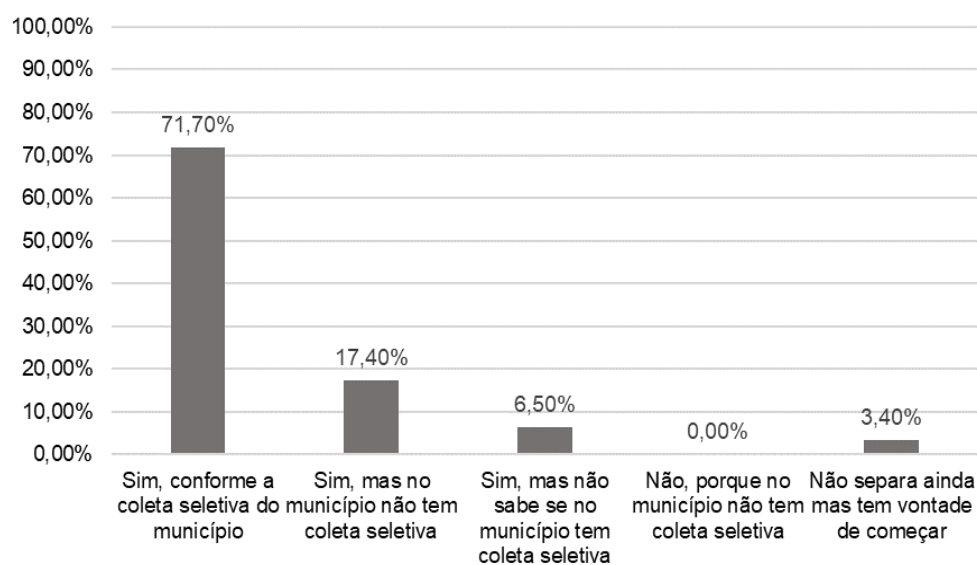
## Resultados e discussão

Todo este trabalho realizado possui um impacto positivo para a sociedade, ao contribuir com a regeneração urbana, minimização de resíduos enviados para aterros e favorecendo o desenvolvimento de sistemas circulares, devolvendo nutrientes para o meio ambiente de forma segura. Também vai de encontro com o 11º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável – Cidades e Comunidades Sustentáveis, contribuindo com a busca pela meta 11.6 estabelecida pela Agenda 2030 da ONU, no que tange a redução dos impactos negativos das cidades gerados pelos resíduos municipais (ONU, 2021).

Na primeira pergunta do questionário aplicado, os participantes responderam se estavam realizando a separação de seus resíduos domésticos. Cerezine e Moraes (2018) afirmam que é importante compreender quais são as dificuldades que os usuários enfrentam na hora de descartar os resíduos gerados e procurar soluções através deste diagnóstico.

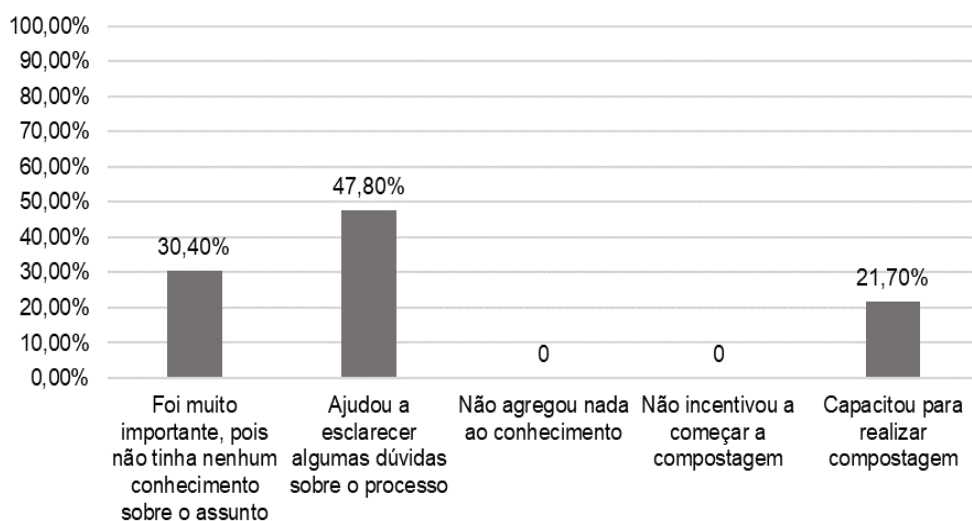
Conforme verifica-se na Figura 5, 71,70% responderam que estão separando seus resíduos de acordo com a coleta seletiva de seu município. Contudo, 17,40% indicaram que realizam a separação de seus resíduos, mesmo que em seus municípios não exista coleta seletiva. Outros 6,50% reportaram que separam os resíduos, mas não sabem se existe sistema de coleta seletiva onde moram. E ainda, 3,40% responderam que não separam os seus resíduos, mas que possuem vontade de começar. O fato de o município não ter sistema de coleta seletiva não se mostrou um fator determinante para a ação de separar os resíduos.

Eionet (2019) afirma que campanhas de conscientização e capacitação podem ajudar a motivar as pessoas a separarem e gerenciarem seus resíduos orgânicos de forma sustentável. Por isso, é muito importante entender se as pessoas estão separando os seus resíduos até mesmo para o melhor aproveitamento da compostagem.



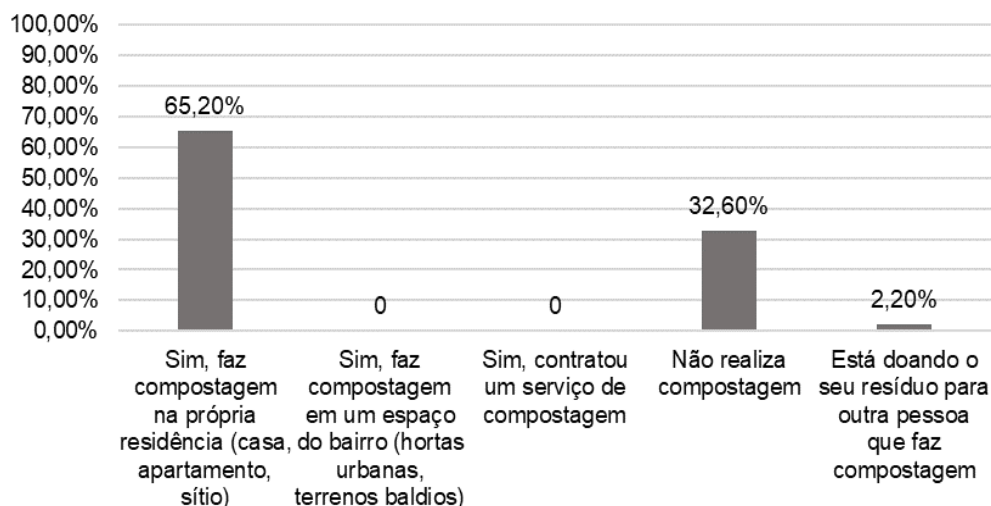
**Figura 5:** Separação de resíduos domésticos. **Fonte:** os autores.

Os participantes também foram questionados sobre as suas opiniões em relação à relevância da participação nos eventos realizados sobre compostagem. A partir da Figura 6 foi possível evidenciar que, para 47,80% dos participantes, as oficinas ajudaram a esclarecer algumas dúvidas sobre o processo. Por outro lado, para 30,40% dos envolvidos, ter aprendido sobre compostagem através dos eventos foi muito importante, pois não possuíam nenhum conhecimento sobre o assunto e ainda foi possível capacitar mais 21,70% para realizarem compostagem.



**Figura 6:** Opinião dos participantes em relação ao aprendizado sobre compostagem. **Fonte:** os autores.

Quando questionados sobre a prática da compostagem, 65,20% dos respondentes informaram que estão realizando compostagem nas suas próprias residências. Entretanto, 32,60% relataram que não realizam compostagem, mesmo tendo sido capacitados. Outros 2,20% disseram que estão doando os seus resíduos para que outra pessoa o composte. De acordo com o que pode ser verificado na Figura 7, nenhum participante pratica a compostagem em algum espaço de seus bairros, como hortas urbanas ou terrenos baldios e nenhum deles contratou algum serviço de compostagem.



**Figura 7:** Índice de participantes que está realizando compostagem ou alguma outra prática relacionada. **Fonte:** os autores.

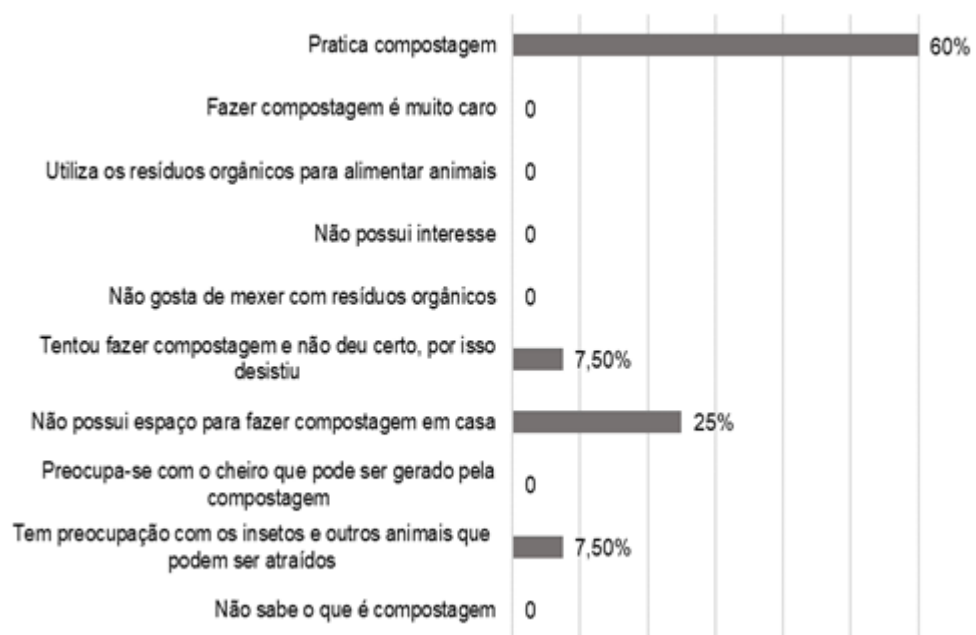
Na cidade de Flandres, na Bélgica, foram treinados mais de 5.000 voluntários nos últimos 25 anos para auxiliar os habitantes a praticarem compostagem doméstica. O resultado disso é que atualmente 41% da população a faz (VLACO, 2018). O programa “Revitaliza” que ocorre na Província Espanhola de Pontevedra, possui um sistema descentralizado que combina compostagem doméstica, compostagem comunitária e pequenos centros de compostagem, incluindo um trabalho para o aumento da conscientização da população e o treinamento do que chamam de “mestres da compostagem” (MATO *et al.*, 2019).

Um outro exemplo é o Projeto “Lixo Orgânico Zero” implementado nas escolas municipais e estaduais de educação básica de Lages, no estado de Santa Catarina, no Brasil, cujos resultados das ações apontam que 80% dos resíduos das escolas foram submetidos às técnicas de compostagem, o que implica em uma redução nos volumes conduzidos ao aterro municipal (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

O questionário também buscou avaliar o motivo pelo qual alguns participantes não estão praticando compostagem. Neste caso, 25% responderam que o principal motivo se dá pelo fato de não possuírem espaço para realizá-la em



suas casas. Alguns participantes também tentaram fazer a compostagem e não obtiveram bons resultados, o que fez com que 7,50% dos respondentes desistissem. A preocupação com os insetos e outros animais que podem ser atraídos pela compostagem também foi um fator decisivo em outros 7,50% dos casos, como mostra a Figura 8.



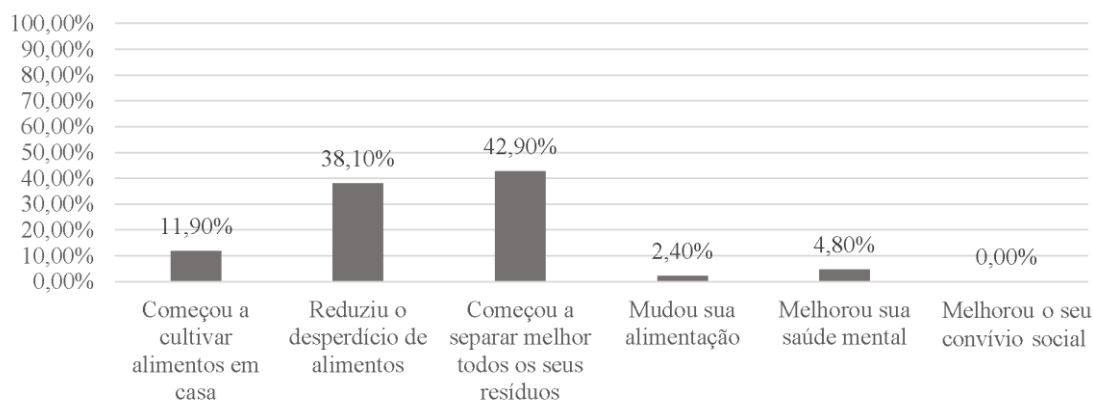
**Figura 8:** Motivos que levam algumas pessoas a não praticarem a compostagem.

**Fonte:** os autores.

A participação das famílias neste processo é condição indispensável para a obtenção de resultados. Esta é uma tarefa difícil devido à complexidade dos mecanismos psicológicos que governam o comportamento humano. Consequentemente, o envolvimento dos cidadãos com a compostagem de resíduos pode ser estimulado de forma eficiente somente após uma compreensão profunda dos fatores que influenciam a adoção de comportamento de compostagem. Fatores motivacionais, como conhecimento, atitude em relação a compostagem doméstica, trabalho e disponibilidade de um quintal influenciam as famílias na intenção e nas decisões de realizar ou não a compostagem doméstica (KOPAEI *et al.*, 2021a).

Em respeito às mudanças que a compostagem provocou nos estilos de vida dos participantes, 42,90% responderam que esta prática os influenciou a separar melhor os seus resíduos domésticos, o que contribui com a qualidade dos resíduos que são disponibilizados com a coleta pública, otimizando o aproveitamento das demais frações. Outros 38,10% informaram ter reduzido os seus desperdícios de alimentos e 11,90% começaram a cultivar alimentos em

casa. Alguns participantes também relataram uma melhora na sua saúde mental e nas suas alimentações, como indica a Figura 9.



**Figura 9:** Reflexos da compostagem no estilo de vida dos participantes.

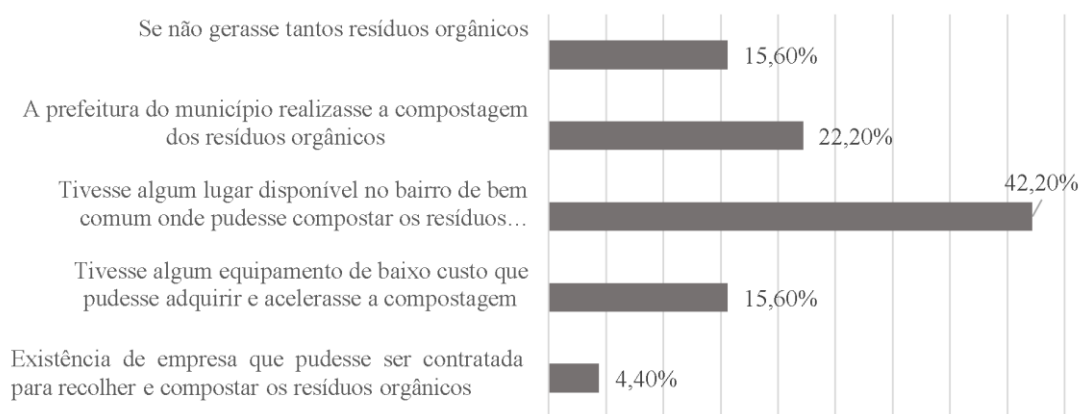
**Fonte:** os autores.

Guenther *et al.* (2020) afirmaram que através da implementação da compostagem doméstica e de hortas em escolas de Pernambuco, região Nordeste do Brasil, foi possível a abordagem e a correlação com outras temáticas como o uso da terra e a importância de uma alimentação mais saudável, orgânica e livre de agrotóxicos para a saúde e meio ambiente. Além disso, todo este processo forma multiplicadores capazes de transmitir as técnicas aprendidas para sua comunidade, amigos e familiares, podendo também influenciar na mudança de hábitos alimentares e de consumo.

Kopaei *et al.* (2021b) demonstraram em seu estudo que ações promovidas pela mídia local, para encorajar uma atitude positiva em relação ao comportamento da população para adesão à compostagem doméstica, pode incrementar a conscientização das pessoas por meio de programas de publicidade, entretenimento ou informativos.

Outra abordagem realizada com participantes foi em relação a aspectos que poderiam facilitar a compostagem. Neste sentido, 42,20% responderam que a disponibilidade de um local de bem comum em seus bairros, onde pudessem compostar os seus resíduos orgânicos, auxiliaria neste processo. Outros 22,20% dos respondentes consideraram que a prefeitura de seus municípios deveria realizar a compostagem dos resíduos orgânicos. Alguns participantes também apontaram que se tivessem algum equipamento de baixo custo, que pudessem adquirir e acelerasse a compostagem, facilitaria a reciclagem dos resíduos orgânicos para 15,60% dos respondentes. A Figura 10 demonstra ainda que 15,60% dos participantes indicaram que se não gerassem tantos resíduos orgânicos, a compostagem seria facilitada e que 4,40% afirmam que a existência de empresa prestadora de serviços, para que a compostagem pudesse ser terceirizada, também contribuiria para este fim.





**Figura 10:** Ações que poderiam facilitar a compostagem.

**Fonte:** os autores.

Estes dados corroboram com aqueles encontrados por PIERINI *et al.* (2021), que através de seus estudos conduzidos na cidade de Buenos Aires – Argentina, constataram a falta de espaço, tempo e conhecimento como aspectos que desencorajam as pessoas a realizarem compostagem em suas residências.

Por outro lado, os altos custos envolvidos e a complexidade operacional dos programas de tratamento de resíduos orgânicos via compostagem centralizada em escala municipal, entre outros fatores, limitam a inclusão deste método nos sistemas de gestão e gerenciamento de RSU (SAKARIKA *et al.*, 2019).

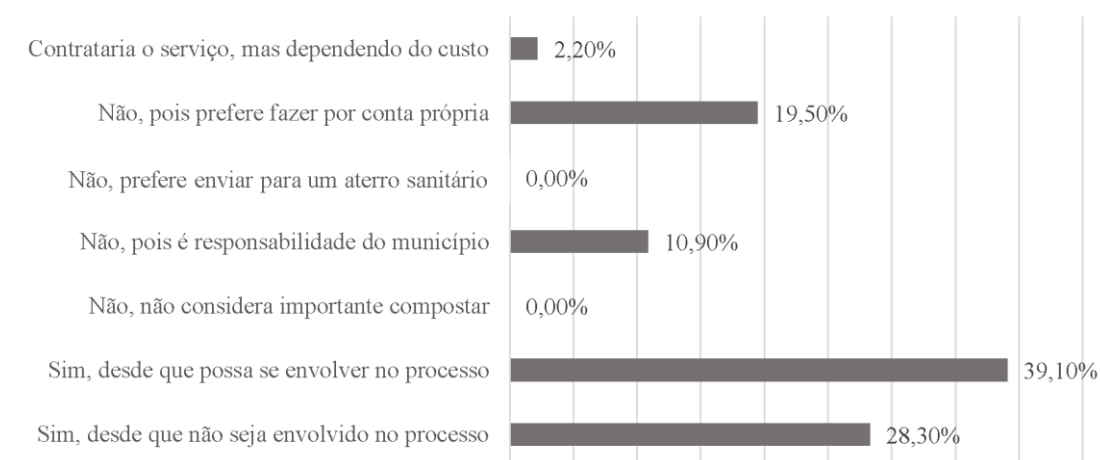
Considerando a inexistência de esquemas de reciclagem de resíduos orgânicos, nem por meio de compostagem e tampouco por digestão anaeróbica no município de Novo Hamburgo e seus limítrofes, a compostagem descentralizada e comunitária pode ser uma alternativa a ser explorada visto os resultados apontados na Figura 10.

O composto produzido por famílias ou pequenas comunidades (como em condomínios ou blocos de apartamentos) normalmente pode ser utilizado nestas mesmas áreas, o que exemplifica o fechamento de ciclos localmente. Este tipo de sistema descentralizado oferece ainda uma oportunidade de tratamento de resíduos para lugares remotos, onde em muitos casos não existe coleta de resíduos (PANARETOU *et al.*, 2019).

A prática da compostagem doméstica influencia positivamente também em outro aspecto urbano que está relacionado ao manejo de jardins e poda de árvores, onde existe a geração de grandes volumes de folhas, galhos, entre outros materiais, que também podem ser reciclados, alimentando solos de praças e hortas urbanas, por exemplo (FERREIRA; ZABOTTO; PERIOTTO, 2021).

Ainda sobre o acesso à prestação de um serviço de compostagem, 39,10% dos participantes responderam que contratariam desde que pudessem ser envolvidos no processo, enquanto 28,30% responderam que também contratariam, mas que não gostariam de ser envolvidos. Quase 20% dos respondentes se posicionaram afirmando que não contratariam um serviço de compostagem, pois preferem fazer por conta própria, como demonstra a Figura 11. Nenhuma pessoa relatou que não contrataria por preferir enviar os seus resíduos para aterro ou por não considerar importante a compostagem.

Kirchher *et al.* (2018) revisaram 114 definições de EC e ao final a conceberam como “*um sistema econômico baseado em modelos de negócios que substituem o conceito de fim-de-vida através da redução, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais em processos de produção, distribuição e consumo*”.



**Figura 11:** Contratação de serviço de compostagem por parte dos respondentes.

**Fonte:** os autores.

Em 2015, um percentual estimado de 38% de resíduos orgânicos foi compostado nos Estados Unidos e 57% na União Europeia. Se todos os países com rendas mais baixas alcançassem esta taxa de reciclagem dos EUA e aqueles países com rendas mais altas alcançassem a taxa da União Europeia, a compostagem poderia evitar a emissão metano dos aterros que corresponde ao equivalente de 2,1 – 3,1 gigatons de dióxido de carbono até 2050. Este total não contabiliza os ganhos adicionais de aplicação do composto no solo (HAWKEN, 2017).

Ao considerar que na região Sul do Brasil, onde este estudo foi conduzido, a média de resíduos coletados per capita é de 281,2 kg/hab./ano (ABRELPE, 2021), que a fração orgânica corresponde à 45% disto (ABRELPE, 2020), e ainda, que 67,4% dos participantes (31 pessoas) estão submetendo os seus resíduos orgânicos de alguma forma ao processo de compostagem, significa que 3.922,74

kg (quase 4 toneladas) de resíduos foram desviados de aterros, voltaram a enriquecer o solo e evitaram a emissão de 12 kg de CH<sub>4</sub> para a atmosfera.

Os dados encontrados também podem ser correlacionados com as informações do último Diagnóstico sobre o Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos publicado pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS, 2021), em que é possível evidenciar que a despesa per capita com o manejo de RSU na região Sul do país é de R\$125,04/Ano. Ao reduzir o volume de resíduos orgânicos disponibilizados para os serviços de coleta pública, também se obtém uma economia para os municípios que, neste caso, correspondeu a aproximadamente R\$1.750,00.

Estes dados reforçam ainda mais a importância da Educação Ambiental como catalisadora da mudança para cidades mais circulares, onde a população possui um papel fundamental de protagonistas desta transição. A compostagem se mostrou um instrumento acessível e eficaz, trazendo uma contribuição importante inclusive para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

## Conclusões

Os altos volumes de resíduos orgânicos gerados nas cidades e os baixos índices de recuperação no Brasil demonstram a urgência de ações para que este recurso tão importante possa ser mantido dentro dos fluxos de valor. A economia circular apresenta uma abordagem que altera a forma como estes materiais são interpretados em um sistema econômico que visa a sua recuperação e retorno seguro para a biosfera, mantendo-se dentro dos ciclos naturais.

Com a falta de investimentos e interesses municipais pela implementação em larga escala de métodos como a compostagem ou a digestão anaeróbica, a descentralização da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos pode ser considerada uma alternativa para a mitigação de diversos impactos ambientais.

Através do ensino de técnicas de compostagem e vermicompostagem doméstica para 291 participantes deste estudo, foi possível constatar que a mudança começa e se impulsiona através de movimentos individuais que somados ao coletivo podem vir a fazer a diferença quanto a recuperação de resíduos orgânicos.

Os resultados encontrados comprovaram que a prática da compostagem doméstica pode reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros, evitando a emissão de gases causadores de efeito estufa, ampliando a vida útil das valas e ainda minimizando os custos das prefeituras com o manejo destes resíduos.

Além disso, as capacitações possibilitaram aos participantes melhorarem a separação dos seus resíduos na fonte geradora, o que contribui com a qualidade dos materiais disponibilizados para a coleta municipal e, ainda, conseguiram reduzir o desperdício de alimentos. Portanto, este trabalho demonstrou que ações

relativas à compostagem doméstica minimizam os impactos ambientais gerados pelos resíduos nas cidades, tornando-as mais sustentáveis e circulares.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo fomento à pesquisa e à Universidade Feevale e Häme University of Applied Sciences (HAMK), por tornar possível a realização deste estudo, com todo suporte e apoio necessários.

## Referências

ABDEL-SHAFY, H.; MANSOUR, M. S. M. Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and Valorization. **Egyptian Journal of Petroleum**, v. 27, n. 4, p. 1275-1290, 2018.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021**. São Paulo: ABRELPE, 2021. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em 6 nov. 2021.

ABRELPE, Associação Brasileira de 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/>>. Acesso em 6 nov. 2021.

AWASTHI, S. K.; SARSAIYA, S.; AWASTHI, M. K.; LIU, T.; ZHAO, J.; KUMAR, S.; ZHANG, Z. Changes in global trends in food waste composting: Research challenges and Opportunities. **Bioresource Technology**, v. 299, 122555, 2020.

BEHLING, G. M., CARLAN, F. A., GIL, R. L. **A pesquisa-ação na construção de espaços educadores sustentáveis**. In: Possibilidades metodológicas para a pesquisa em Educação Ambiental. Pelotas: Editora Santa Cruz. 160 p, 2015.

BRASIL. **Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020**. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico; e dá outras providências. 2020. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm)>. Acesso em 10 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 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. 2010. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em 10 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. 1999. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9795.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm)>. Acesso em 10 nov. 2021.

CECCHI, F.; CAVINATO, C. Smart Approaches to Food Waste Final Disposal. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 16, 2860, 2019.

CEREZINE, M. T.; MORAES, M. V. G. Contribuições para a coleta seletiva: estudo do descarte dos resíduos recicláveis e não recicláveis. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 207-215, 2018.

COTTA, J. A. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. S.; REZENDE, M. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 65-78, 2015.

DIJST, M.; WORRELL, E.; BÖCKER, L.; BRUNNER, P.; DAVOUDI, S.; GEERTMAN, S.; HARMSSEN, R.; HELBICH, M.; HOLTSLAG, A. A. M.; KWAN, M. Exploring urban metabolismo – towards an interdisciplinary perspective. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 132, p. 190-203, 2018.

EEA, European Environment Agency. **Bio-Waste in Europe – Turning Challenges into Opportunities**. Report N. 4/2020; EEA: Copenhagen, Denmark, 2020. Disponível em: <[https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/th-al-20-010-en-n\\_bio-waste\\_in\\_europe\\_-\\_18\\_06\\_20.pdf](https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/th-al-20-010-en-n_bio-waste_in_europe_-_18_06_20.pdf)>. Acesso em 21 dez. 2021.

EIONET, European Environment Information and Observation Network. **Biowaste in Europe – questionnaire to Eionet**. Replies from Eionet to a survey carried out in 2019.

EMF, ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Uma economia circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial**. 31 p, 2017. Disponível em: <[https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil\\_Uma-Exploracao-Inicial.pdf](https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf)>. Acesso em 16 dez. 2021.

EMF, ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Cities and the circular economy for food**, 2019. Disponível em: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/cities-and-circular-economy-for-food>>. Acesso em 16 dez. 2021.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Food Waste Index Report 2021**. Nairobi: 2021. Disponível em: <<https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/resources/detail/en/c/1378978/>>. Acesso em 18 out. 2021.

FEPAM, Fundação Estadual De Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. **Diretriz Técnica N.º 07/2021 – DIRTEC**. Diretriz técnica para as atividades de compostagem de resíduos sólidos urbanos, 2021. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/CENTRAL/DIRETRIZES/DIRET\\_TEC\\_07\\_2021.PDF](http://www.fepam.rs.gov.br/CENTRAL/DIRETRIZES/DIRET_TEC_07_2021.PDF)>. Acesso em 17 dez. 2021.

FERREIRA, M.; ZABOTTO, A. R.; PERIOTTO, F. **Verde urbano**. Série: Eu, o meio ambiente e você. Engenheiro Coelho, São Paulo: Unaspress. 227 p, 2021. Disponível em: <<https://ongverde.org/media/2021-verde-urbano.pdf>>. Acesso em 17 dez. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas. 220 p, 2019.

GUENTHER, M.; SOUZA, J. M.; CARVALHO, E. E. B.; ARRUDA, G. A. A.; SOUZA, A. T. P.; PEREIRA, R. K. M.; ABREU, T. M. Q.; SILVA, T. L. Implementação de composteiras e hortas orgânicas em escolas: sustentabilidade e alimentação saudável. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 391-409, 2020.

HAWKEN, P. **Drawdown: The Most Comprehensive Plan Ever Proposed to Reverse Global Warming**. Penguin Books. 256 p, 2017.

HEBROK, M.; N. HEIDENSTRØM. Contextualising food waste prevention - Decisive moments within everyday practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 210, p. 1435-1448, 2019.

HOFMANN, F. Circular business models: Business approach as driver or obstructer of sustainability transitions? **Journal of Cleaner Production**, v. 224, p. 361-374, 2019.

KRAKER, J.; KUJAWA-ROELEVELD, K.; VILLENA, M.; PABÓN-PEREIRA, C. Decentralized Valorization of Residual Flows as an Alternative to the Traditional Urban Waste Management System: The Case of Peñalolén in Santiago de Chile. **Sustainability**, v.11, n. 22, 6206, 2019.

KIRCHHERR, J.; PISCICELLIA, L.; BOURA, R.; KOSTENSE-SMIT, E.; MULLER, J.; HUIBRECHTSE-TRUIJENSB, A.; HEKKERTA, M. Barriers to the Circular Economy: Evidence from the European Union (EU). **Ecological Economics**, v. 150, p. 264-272, 2018.

KOPAEI, H. R.; NOORIPPOOR, M.; KARAMI, A.; PETRESCU-MAG, R. M.; PETRESCU, D. C. Drivers of Residents' Home Composting Intention: Integrating the Theory of Planned Behavior, the Norm Activation Model, and the Moderating Role of Composting Knowledge. **Sustainability**, v. 13, 2021a.

KOPAEI, H. R.; NOORIPPOOR, M.; KARAMI, A.; ERTZ, M. Modeling consumer home composting intentions for sustainable municipal organic waste management in Iran. **AIMS Environmental Science**, v. 8, p. 1-17, 2021b.

LIMA, J. Z.; RAIMONDI, I. M.; SCHALCH, V.; RODRIGUES, V.G. Assessment of the Use of Organic Composts Derived from Municipal Solid Waste for the Adsorption of Pb, Zn and Cd. **Journal of Environmental Management**, v. 226, p. 386-399, 2018.

LOAN, L. T. T.; TAKAHASHI, Y.; NOMURAC, H.; YABE, M. Modeling home composting behavior toward sustainable municipal organic waste management at the source in developing countries. **Resources, Conservation & Recycling**, v.140, p. 65-71, 2019.

LUZ, B. **Economia circular Holanda Brasil: da teoria à prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Exchange 4 Change Brasil, 196 p, 2017.

MATO, S.; PÉREZ-LOSADA, C.; MARTÍNEZ-ABRALDES, M.; VILLAR, I. Towards the recycling of bio-waste: the case of Pontevedra, Spain (Revitaliza). In: El-Din Mostafa Saleh, H. (ed.), **Municipal Solid Waste Management**, IntechOpen. 214 p, 2019.

NG, K. S.; YANG, A.; YAKOVLEVA, N. Sustainable waste management through synergistic utilisation of commercial and domestic organic waste for efficient resource recovery and valorisation in the UK. **Journal of Cleaner Production**, v. 227, p. 248-262, 2019.

OLIVEIRA, F. C.; RODRIGUES, F. L. M. **Economia circular: uma abordagem para os fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo**. In: 4º Anuário Brasileiro das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal. São Paulo: Abisolo, p. 34-36, 2018.

OLIVEIRA, S. M. A.; LIZ, M. S. M.; NUNES, A.; LIMA, L. C.; SIEGLECH, A. E. Minicompostagem ecológica: uma estratégia de Educação Ambiental em escolas de educação básica no município de Lages/SC. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 103-118, 2019.

ONU, United Nations. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/>>. Acesso em 03 de abril 2021.

PANARETOU, V.; VAKALIS, S.; NTOLKA, A.; SOTIROPOULOS, A.; MOUSTAKAS, K.; MALAMIS, D.; LOIZIDOU, M. Assessing the alteration of physicochemical characteristics in composted organic waste in a prototype decentralized composting facility. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 20, p. 20232-20247, 2019.

PIERINI V.; MAZZEO, N.; CAZENAVE, M.; SEMMARTIM, M. Waste generation and pro-environmental behaviors at household level: A citizen science study in Buenos Aires (Argentina). **Resources, Conservation & Recycling**, v. 170, 105560, 2021.



SAKARIKA, M.; SPILLER, M.; BAETENS, R.; DONIES, G.; VANDERSTUYF, J.; VINCK, K.; VRANCKEN, K. C.; VAN BAREL, G.; DU BOIS, E.; VLAEMINCK, S. E. Proof of concept of high-rate decentralized pre-composting of kitchen waste: Optimizing design and operation of a novel drum reactor. **Waste Management**, v. 91, p. 20-32, 2019.

SEEG, Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima no Brasil (1970 – 2019)**. Observatório do Clima, 2020, 41 p. Disponível em: <<http://energiaeambiente.org.br/produto/analise-das-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-implicacoes-para-as-metas-climaticas-do-brasil-1970-2020>>. Acesso em 20 dez. 2021.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos Visão Geral**. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Brasília, 2021, 59 p. Disponível em: <[http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2020/DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISAO\\_GERAL\\_RS\\_SNIS\\_2021.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_RS_SNIS_2021.pdf)>. Acesso em 20 dez. 2021.

SULEWSKI, P.; KAIS, K.; GOŁAŚ, M.; RAWA, G.; URBÁŃSKA, K.; WAS, A. Home Bio-Waste Composting for the Circular Economy. **Energies**, v. 14, 6164, 2021.

ÜNSALAN, E. **Food in the Circular Economy**. For the Hogeschool Rotterdam, Minor Circular Economy & Business Innovation, 2019.

VASILEIOU, E.; ARVANITIDIS, S. **Transition to Circular Economy: the role of education from youth to higher education**, 2020. Disponível em: <<https://epale.ec.europa.eu/en/blog/transition-circular-economy-role-education-youth-higher-education>>. Acesso em 20 nov. 2021.

VLACO, **Home cycle behavior in Flanders in 2018: an analysis – Final Report**, Mechelen, Belgium, 2018.

WAS, A.; SULEWSKI, P.; SZYMAN SKA, M. **Agricultural biorefineries as an element a sustainable bioeconomy**. Wydawnictwo SGGW: Warsaw, Poland, 2019.

ZHAO, S.; SCHMIDT, S.; QIN, W.; LI, L.; LI G.; ZHANG, W. Towards the circular nitrogen economy – A global meta-analysis of composting technologies reveals much potential for mitigating nitrogen losses. **Science of the Total Environment**, v. 704, 135401, 2020.