

A COMPOSTAGEM COMO PRÁTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E INOVAÇÃO SOCIAL

André Felipe Figueira Coelho¹

Ana Carolina Silva Vilhena²

Bruna Pereira Tavares³

Márcia Rosa de Almeida⁴

Resumo: O trabalho discute a capacidade socialmente inovadora a partir da doação e do aproveitamento de Resíduos Sólidos Domésticos (RSD) pelas comunidades externa e interna do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, *campus* Avançado Resende. Composteiras do tipo baldes empilhados foram construídas para emprego e comparação das técnicas de compostagem e vermicompostagem. Parâmetros físico-químicos e organolépticos indicaram composto e chorume com qualidade adequada. Este trabalho colaborou no desenvolvimento da consciência ambiental e sustentável em diferentes bairros do município e poderá auxiliar outras instituições de ensino a implementar essa prática de Educação Ambiental.

Palavras-chave: Compostagem; Inovação Social; Húmus; Chorume; Educação Ambiental.

Abstract: This paper discusses the socially innovative capacity from the donation and use of Domestic Solid Waste (DSW) by the external and internal communities of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, *campus* Avançado Resende. Stacked bucket-type composters were built to employ and compare composting and vermicomposting techniques. Physicochemical and organoleptic parameters indicated compost and leachate with adequate quality. This work contributed to the development of environmental awareness and sustainable in different districts of the municipality and may help other educational institutions to implement this practice of Environmental Education.

Keywords: Composting; Social Innovation; Humus; Leachate; Environmental Education.

¹Instituto Federal Fluminense. E-mail: andre.coelho@ifff.edu.br.

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9695688366423401>

² Instituto Federal do Rio de Janeiro. E-mail: anacarolinasilvav@gmail.com.

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4020833497399768>

³ Instituto Federal do Rio de Janeiro. E-mail: bruna.ptavares015@gmail.com.

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3385683184605781>

⁴ Universidade do Estado do Rio de Janeiro. E-mail: marcia.rosa@uerj.br.

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4822598512002343>

Introdução

A degradação da matéria orgânica é um processo natural e cíclico de retorno de nutrientes ao solo. Relatos indicam que a China e o México reaproveitavam matéria orgânica há cerca de 5000 anos atrás. Desta forma, mesmo de maneira inicialmente intuitiva, o homem utilizava a técnica de compostagem. O maior uso de sistemas agrícolas pelo aumento da população mundial demandou, com o passar do tempo, uma utilização mais intensiva de nutrientes para o solo. Isto trouxe consequências na produção de Resíduos Sólidos Domésticos (RSD) (BRASIL, 2017).

A compostagem é um processo de decomposição aeróbico controlado e de estabilização da matéria orgânica que permite o desenvolvimento de condições termofílica e mesofílica, resultantes de uma produção calorífica de origem biológica, com obtenção de um produto final microbiologicamente estável, sanitizado, rico em compostos húmicos e cuja utilização no solo não oferece riscos ao meio ambiente (VALENTE *et al.*, 2009). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2017), a ampliação e domínio dessa técnica foram acelerados e diversificados em função de fatores como:

- a) crescente demanda de alimentos pós Revolução Industrial;
- b) aumento do consumo de materiais descartáveis de difícil biodegradação;
- c) aumento da população mundial e má gestão de resíduos sólidos.

O desafio em lidar com os resíduos sólidos produzidos no país é imenso, mesmo com a Lei 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em vigor há mais de 10 anos (BRASIL, 2010). Dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA) apontam que, até o ano de 2018, apenas 54% dos municípios do Brasil contavam com plano de gestão de seus resíduos sólidos. Esta lei é considerada contemporânea e com dispositivos importantes para que o país evolua no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos, com segurança jurídica (BRASIL, 2018a). A desorientação e a desorganização dos municípios quanto ao destino e tratamento de seus resíduos sólidos ainda são grandes, a despeito da instituição desta Lei vigorar desde o ano de 2010.

A mesma Lei 12.305/2010 também trata das responsabilidades compartilhadas entre os entes públicos da Federação. O artigo 36 indica que, para os municípios que contenham o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), é responsabilidade do titular do serviço público de limpeza urbana o manejo de resíduos desta natureza. O capítulo V deste artigo afirma que cabe ao referido responsável a implantação de sistemas de compostagem para resíduos sólidos domésticos, assim como articular com agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido (BRASIL, 2010).

Destaca-se também a desigualdade em relação à coleta de RSD. Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), de 2018, revelam um desequilíbrio entre o serviço de coleta de RSD entre as regiões do país. Na região Nordeste, o déficit de atendimento do serviço regular de coleta de RSD passou de 44,2%, em 2018, para 46,6% em 2020. Enquanto a região Centro-Oeste registrou o menor déficit de atendimento com 6,9%, em 2020, já a região Sudeste registrou 16,9% (BRASIL, 2019; 2021).

No que diz respeito ao tratamento de RSD, o desatendimento desta demanda voltada à compostagem é tão significativo que apenas 74 unidades (usinas ou pátios) para este fim estavam em operação em todo o Brasil até 2020. Deve-se levar em consideração que cerca da metade da massa de todo o resíduo doméstico é formado por matéria orgânica (BRASIL, 2021).

O Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do município de Resende, localizado no Sul do Estado do Rio de Janeiro, foi finalizado em 2019. O documento relata que o município ainda não tem uma estação destinada à compostagem e conta apenas com um projeto piloto. O único processo de compostagem ativo é destinado apenas ao lodo de sua Estação de Tratamento de Águas (ETA), que produz 20,35 t/mês e terceiriza o tratamento à Empresa Brasil Lixo Zero, localizado no município de Porto Real. O município de Resende planeja implantar 3 de 6 unidades de compostagem comunitária entre 2022 a 2024 e o restante entre 2032 a 2034 (PREFEITURA MUNICIPAL DE RESENDE, 2019).

A gestão e tratamento de resíduos sólidos domésticos (RSD) constituem um importante vínculo com a Educação Ambiental, uma vez que emerge uma série de correlações socioambientais e, por isso, demandam visões que vão além do uso da tecnologia. A Educação Ambiental é compreendida, segundo o Art. 1º da Lei n. 9795/1999 (BRASIL, 1999) como:

Processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Diante da problemática dos RSD nos municípios, torna-se relevante compartilhar e discutir potenciais soluções inovadoras com a comunidade acerca do tema. A inovação é um termo recente e de ampla interpretação, mas de qualquer forma, ela possui pilares comuns. O termo surge praticamente atrelado à inovação tecnológica pela proximidade com o mundo das relações produtivas na indústria (MONTEIRO, 2019). Primariamente, as definições mais clássicas são voltadas somente a este nicho de inovação. Assim define o Manual de Oslo, publicado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) (1997, p.9):

Revbea, São Paulo, V. 17, Nº 3: 92-91, 2022.

Uma inovação tecnológica de produto é a implantação/comercialização de um produto com características de desempenho melhoradas de modo a fornecer objetivamente ao consumidor serviços novos ou melhorados. Uma inovação do processo tecnológico é a implantação/adoção de métodos de produção ou comercialização novos ou significativamente melhorados. Pode incluir mudanças de equipamento, recursos humanos, métodos de trabalho ou uma combinação destes.

As características de mudança, busca por novos produtos e novas formas de comunicação encontram-se com o empreendedorismo (MONTEIRO, 2019). Alternativamente, Hulgard e Ferrarini (2010), dentre outros autores, ampliaram a capacidade de inovação e cunham o conceito de “experiências socialmente inovadoras”, como a identificação de demandas sociais que fornece uma nova dinâmica do coletivo, entre usuários e profissionais, de maneira mais territorializada. Desta forma, os processos e as práticas, bem como a participação e a cooperação, de todos os atores envolvidos, como a comunidade escolar e a comunidade externa, podem criar novos conceitos e arranjos organizacionais para alcançar ações desenvolvedoras de soluções, visando à melhoria da qualidade de vida (FERRARINI, 2016).

De acordo com Rocha (2021), as demandas ambientais necessitam de uma visão inovadora de ciência para produção de conhecimentos interdependentes. Estes poderão ser inseridos, a partir de temáticas interdisciplinares e transversais, no alcance de uma Educação Ambiental cujos propósitos estão pautados na melhoria de qualidade de vida e no desenvolvimento de processos sustentáveis.

Segundo Oliveira e Neiman (2020), a Educação Ambiental quase não é abordada na nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), aprovada pelo governo federal em 2017. A BNCC, que norteia os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, é definida como (BRASIL, 2018b, p. 7):

um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE).

Entretanto, a abordagem referente a Educação Ambiental é superficial e quase inexistente. Dessa forma, torna-se de extrema relevância desenvolver projetos para trabalhar a Educação Ambiental no ambiente escolar e com a comunidade em que a escola está inserida, e alcançar a construção da consciência ambiental a partir de um ensino ativo e participativo.

Assim, o presente trabalho mostra uma série de interações positivas voltadas à Educação Ambiental com a temática de RSD, com especial relação à mobilização de diferentes comunidades. Ações como logística inovadora e adequada para recebimento e tratamento de RSD, fabricação e distribuição de composteiras e reflexão problematizadora dos RSD como um desafio social foram aplicadas, seguindo um dos princípios básicos da Educação Ambiental, que preconiza o foco humanístico, democrático e participativo (BRASIL, 1999). O trabalho apresenta, ainda, a capacidade de inovação social a partir do descarte e aproveitamento de RSD pela comunidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro *campus* Avançado Resende (IFRJ-CRES) através da doação de resíduos, comparação das técnicas de compostagem e vermicompostagem e avaliação dos parâmetros físico-químicos, como aspecto, temperatura e pH, dos produtos obtidos (composto e chorume). Temas que poderão ser abordados em todas as etapas da Educação Básica e poderão permitir o aprofundamento de conhecimento e consciência ambiental para o futuro local.

Metodologia

Este trabalho descreve como proposta metodológica o aproveitamento de RSD a partir da doação de resíduos pela comunidade escolar e das comunidades no entorno, a segregação de materiais compostáveis, a construção de composteiras e a avaliação de parâmetros físico-químicos necessários para a qualificação e posterior emprego dos produtos obtidos, nos sistemas de compostagem, como fertilizantes naturais. Portanto, o projeto poderá ser implementado nas diferentes etapas da Educação Básica contemplando e aprofundando o conhecimento de Educação Ambiental. Dessa forma, esse trabalho poderá auxiliar a discussão do aproveitamento de RSD desde a coleta até o emprego dos produtos finais obtidos (composto e chorume) por professores de ciências ou no desenvolvimento de projetos integradores e interdisciplinares nas instituições de ensino em diferentes etapas de aprendizagem. Assim, os parâmetros físico-químicos, aqui apresentados, podem auxiliar na aprendizagem das disciplinas de biologia e química para estudantes do ensino médio, do mesmo modo a separação de materiais compostáveis e o processo de compostagem podem ser apresentados aos estudantes do ensino fundamental, bem como a aplicação dos produtos finais obtidos como adubo em hortas escolares. O projeto contempla a aprendizagem para o alcance de uma consciência ambiental em todas as etapas da educação básica e pode ser compartilhado com a comunidade em que a escola está inserida.

Os autores compreendem e acreditam que, assim como Monteiro (2011), pessoas integrantes do Município podem ser atores decisivos na condução e resolução das necessidades do tecido social local diante de uma problemática como a criada pelo não tratamento de RSD. Dessa forma, elaboraram um projeto de extensão, a partir da participação sistêmica do IFRJ na Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), que é um programa do

Ministério do Meio Ambiente que objetiva estimular as instituições públicas do país a implementarem práticas de sustentabilidade. O projeto foi desenvolvido no IFRJ-CRES, de março de 2019 à março de 2020.

Todas as etapas do projeto foram detalhadas bem como a discussão de conceitos a fim de que outras instituições de ensino consigam reproduzi-las e implementá-las para o reaproveitamento de RSD empregando as técnicas de compostagem e vermicompostagem.

Este trabalho poderá servir de guia para docentes na capacitação de estudantes e da comunidade do entorno escolar para o desenvolvimento da Educação Ambiental, sustentável e inovadora a partir do reaproveitamento de RSD.

Planejamento

Foram realizadas reuniões com a equipe do projeto (docente, bolsista e voluntários) para decisão do desenho de ações do projeto, dentro e fora do ambiente escolar. Decidiu-se também quanto à comunicação com a comunidade interna e externa a partir da elaboração de materiais visuais, que incluiu a chamada para a entrega de resíduos alimentares caseiros e a metodologia de recebimento no *campus*. Da mesma forma, foi criado um perfil social (@compostagemifri) e conteúdo de divulgação.

Recebimento de resíduos alimentares

Toda a comunidade interna (docentes, discentes, técnico-administrativos em Educação e prestadores de serviço) foi informada sobre o projeto e a importância da participação quanto à doação de RSD pela comunidade. Para isso, foram planejadas visitas da equipe do projeto nas salas de aula, nos setores de trabalho e via e-mail.

O chamado e a orientação sobre a doação de RSD foram constantes e valorizaram a comunicação visual (Figura 1, próxima página). Os integrantes da equipe foram capacitados para classificar os RSD e abastecer as composteiras, além de lavar os recipientes de entrega e devolver aos doadores. Deve-se salientar que o *campus* não possui refeitório, e desta forma, a única maneira de abastecer os sistemas de compostagem foi através de doações. O material elaborado para a divulgação do projeto, bem como as orientações para entrega de RSD e o ponto de coleta são exibidos na Figura 1.

Aproximação com a comunidade externa

Foram criadas, no perfil social do Instragram® @compostagemifri, postagens de divulgação científica com foco em Educação Ambiental, atividades relativas às técnicas de reaproveitamento de RSD, especialmente a compostagem e atividades de capacitação nessa temática para

compartilhamento com a comunidade externa ao *campus*. O perfil social ficou ativo durante a vigência do projeto e, na Figura 2 podem ser observadas algumas das postagens realizadas.



Figura 1: Chamada, orientações para doações e indicação do ponto de coleta de RSD no IFRJ- CRES. **Fonte:** Os autores.



Figura 2: Postagens de divulgação e atividades desenvolvidas pelo projeto em perfil social: curiosidades sobre Educação Ambiental e a técnica de compostagem (A, B, C), apresentação e discussão sobre a PNRS (D) e a disposição de resíduos por municípios (E); a divulgação de cursos para capacitação da comunidade interna e externa ao IFRJ-CRES (F).

Fonte: Os autores.

Além do compartilhamento de saberes através do perfil social do projeto foram realizados cursos e palestras para comunidade do IFRJ-CRES e para escolas da região.

Foram construídas composteiras do tipo baldes empilhados e do tipo cercado e doadas à escolas da região. Minicursos foram ministrados para capacitação e orientação quanto ao abastecimento das composteiras e cuidados necessários para o processo.

Um dos minicursos foi oferecido durante a II e III Semanas Acadêmicas do IFRJ-CRES (2019 e 2020) e permitiu que profissionais da área de meio ambiente, educação e entusiastas com o tema ambiental da região trocassem conhecimentos acerca da técnica de compostagem e o reaproveitamento de resíduos domésticos.

Construção de composteiras

A prática de aproveitamento de RSD deve ser planejada e dimensionada de acordo com as limitações do local e a capacidade da mão-de-obra disponível para fazê-lo de maneira eficiente. Uma série de publicações descreve os cuidados no manuseio e formas de construção de composteiras como Oliveira, Aquino e Castro Neto (2015), Embrapa (2014), Meira, Cazzonato e Soares (2003), Guenther *et al.* (2020), dentre outros. Este trabalho descreve o sistema de composteiras em baldes empilhados.

O domínio da técnica permite o aprimoramento e controle de qualidade dos sistemas de compostagem. A experiência prática adquirida pelos autores ajudou a estruturar a montagem e manejo de 2 composteiras em baldes empilhados, destinadas à vermicompostagem e compostagem.

Para a construção de cada composteira foram utilizados 3 baldes plásticos opacos de 20 L com tampa e sobrepostos. Os baldes foram numerados de 1 a 3, tendo o balde 1 ocupado a parte superior da composteira e o balde 3, a parte inferior. Com auxílio de uma furadeira elétrica, foram feitos vários furos alinhados na parte lateral superior dos baldes 1 e 2 (abaixo da tampa), com o prego sem cabeça (2,4 x 35 mm) fixado ao mandril, como mostra as Figuras 3 - (A) e (C). Este procedimento permite que o oxigênio circule pelo sistema. Em seguida, trocou-se o prego sem cabeça por uma broca de 8 mm (broca de 6 mm de diâmetro também pode ser empregada) e realizou-se alguns furos equidistantes em cerca de 7 cm no fundo dos baldes 1 e 2 (Figura 3 (B)). Este procedimento permite que a água contida nesses baldes percole livremente para o balde 3.

Com auxílio de estilete, realizou-se um corte circular na parte interna dos baldes 2 e 3 (Figuras 3 - (D) e (E)). Geralmente aproveita-se algum ressalto do desenho da tampa para que o corte fique perfeitamente circular. Estes cortes servirão para que os baldes sejam encaixados uns dentro dos

outros, portanto, os aros das tampas devem ser mantidos encaixados nos respectivos baldes.

Com o mesmo estilete, foi realizado um furo na lateral inferior do balde 3 (Figura 3 (F)). O tamanho deve ser suficientemente grande para que a torneira desrosqueada passe através dele. A altura mínima deve permitir que a torneira não tangencie o fundo do balde 3. Em seguida, montou-se a torneira no referido balde (Figura 3 (G)).

Os baldes 1, 2 e 3 foram encaixados e empilhados de maneira que o balde 3 ficasse na parte inferior, o balde 2 na posição intermediária e o balde 1 na parte superior da composteira. Um pequeno furo pode ser feito na parte central da tampa do balde 1 para acomodar um termômetro para registro de temperatura do processo.

O material necessário e a metodologia de montagem exibida de forma resumida são apresentados na Figura 3. Essa figura foi impressa como cartaz e disponibilizada durante a realização dos minicursos, compartilhada com as escolas da região e no perfil social do projeto, @compostagemifrrj.

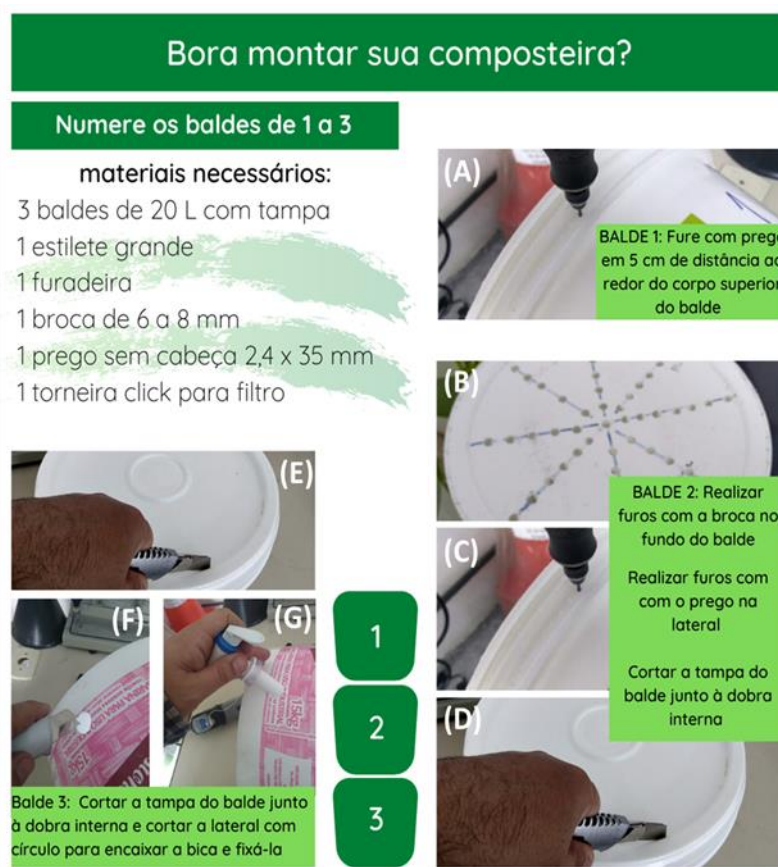


Figura 3: Esquema da montagem do sistema de compostagem com baldes empilhados.

Fonte: Os autores.

Este modelo é caracterizado pela possibilidade de uso em ambientes domésticos e ideal para pequenos espaços, com menor fluxo de utilização. Sua estrutura minimiza riscos com a proliferação de insetos

Além das duas composteiras construídas para discussão e comparação das técnicas de compostagem e vermicompostagem, como ferramenta educacional de reaproveitamento de RSD no IFRJ, foram construídas composteiras para serem doadas à outras escolas do município e minicursos foram oferecidos para capacitação de estudantes, docentes e membros da comunidade externa para abastecimento dessas composteiras.

Abastecimento de composteiras

Para êxito da compostagem é necessária a mistura proporcional de RSD à base de nitrogênio (N) com RSD à base de carbono (C), para formar uma relação desejável de C/N ou C:N (representação da relação entre os materiais baseados nos elementos químicos carbono e nitrogênio). São materiais à base de carbono: folhas, aparas de grama e gravetos. São materiais à base de nitrogênio: frutas, verduras e legumes. O Ministério do Meio Ambiente recomenda uma proporção inicial de 2:1 para C:N. (BRASIL, 2017). Entretanto, utilizou-se, neste trabalho, uma proporção volumétrica de 5:1 de C:N para o abastecimento das composteiras construídas no *campus*.

O abastecimento das composteiras ocorreu sob alguns critérios de segregação e eliminação de RSD. Os RSD recebidos, através de doação da comunidade, foram previamente separados e inspecionados para retirada de potenciais resíduos provenientes de proteína animal, além de gorduras animal e vegetal e com presença de larvas de insetos.

O material rico em carbono (folhas, aparas de grama e gravetos) foi coletado no *campus* do Instituto. O volume desse material coletado foi medido em um balde e foi 5 vezes maior que o volume de material rico em nitrogênio, RSD doado.

Para o abastecimento de uma composteira, foi inserida inicialmente metade do volume total do material coletado rico em carbono (folhas, aparas de grama e gravetos), em seguida, os RSD e por último a outra metade restante do material rico em carbono, seguindo a proporção de 5:1 de C:N. Iniciou-se o processo de enchimento pelo balde superior (balde 1). Este procedimento é repetido até a completude desse balde. Após o enchimento do balde 1, sua posição foi trocada com o balde 2 (balde intermediário), vazio. Foi iniciada um novo abastecimento de materiais compostáveis no balde 2, seguindo o procedimento descrito anteriormente.

A outra composteira construída foi destinada à técnica de vermicompostagem para mostrar as diferenças à comunidade do *campus*, bem como para a comunidade externa que participou dos minicursos. O abastecimento desta composteira foi semelhante ao sistema anterior. Ao fim do enchimento inicial, foram adicionadas cerca de 100 minhocas californianas

(*Eisenia fétida*) e procedeu-se a continuidade do enchimento dos baldes conforme descrito anteriormente.

Ao final do processo de compostagem, dois produtos foram gerados: O compostado, que é sólido (chamado húmus em vermicompostagem) e o chorume, material na fase líquida, rico em nutrientes e que atua como fertilizante e antimicrobiano para plantas (VALENTE *et al.*, 2009).

Os processos de compostagem e vermicompostagem foram acompanhados por 60 dias a partir dos parâmetros físico-químicos do sistema, como temperatura, aspecto e potencial hidrogeniônico (pH). Os resultados foram registrados, e após esse período de estabilização, os produtos obtidos foram doados para a comunidade do *campus* e externa. Em seguida, um novo ciclo de compostagem e vermicompostagem foi iniciado. Para utilização no novo ciclo, as minhocas, que se reproduziram, foram separadas do húmus antes da doação e incorporadas ao novo material compostável.

Para ambos os sistemas, compostagem e vermicompostagem, foi empregado o reviramento manual da matéria em compostagem semanalmente para inspeção, embora a temperatura crítica de 65°C não tenha sido alcançada (BRASIL, 2017). Para a determinação da temperatura utilizou-se termômetro de mercúrio, com haste longa, com faixa de -10°C a 120 °C e fitas medidoras de pH para determinação da acidez/basicidade do chorume.

Um fluxograma do processo de vermicompostagem, apresentado na Figura 4, foi elaborado para facilitar a tomada de decisões quanto a caracterização dos RSD, execução de etapas e principais operações empregadas no processo.

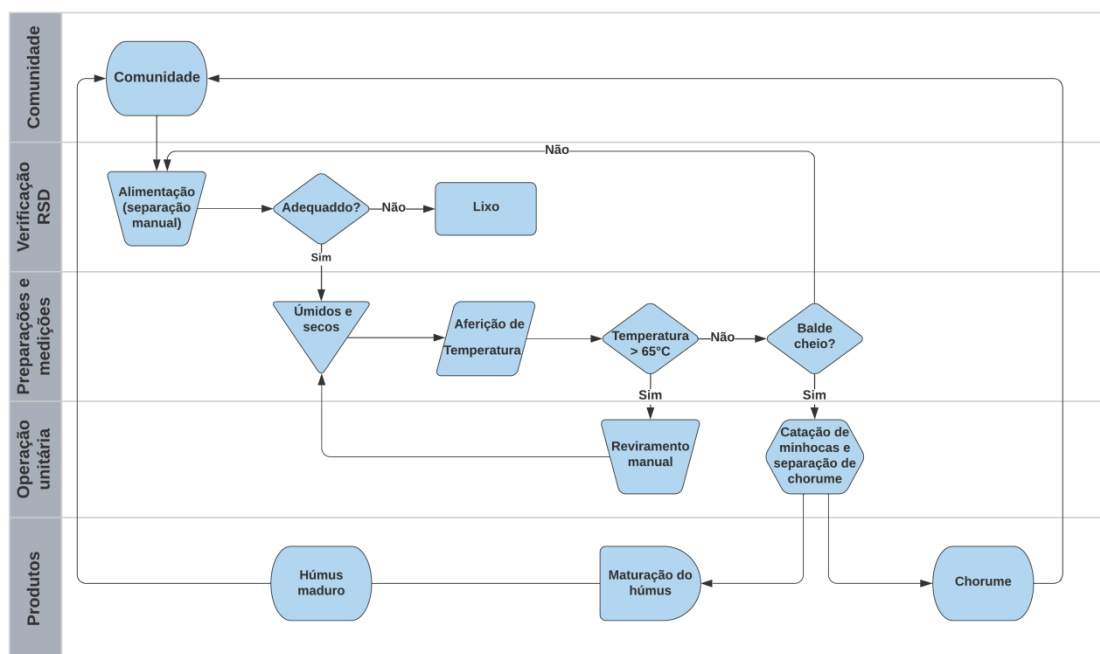


Figura 4: Fluxograma do processo de vermicompostagem empregado no IFRJ-CRES.

Fonte: Os autores.

Resultados e discussão

Recebimento de resíduos alimentares

As doações de RSD foram realizadas em fluxo contínuo, o que demonstrou o engajamento das comunidades do *campus* e externa. A Figura 5 apresenta os RSD doados localizados no ponto de coleta desses resíduos (Figura 5(A)) para posterior avaliação e segregação do material compostável pela equipe do projeto (Figura 5(B)).

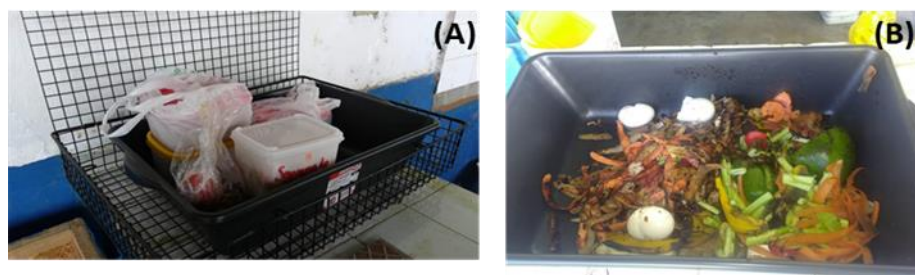


Figura 5: Exemplos de RSD doados (A) e o material compostável separado pela equipe do projeto (B). **Fonte:** Os autores.

Aproximação com a comunidade externa

Além das duas composteiras construídas para o IFRJ-CRES, outras composteiras foram construídas e doadas como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Tipos e quantidade de composteiras doadas e locais de recebimento

Tipo de composteira	Quantidade	Local
Baldes empilhados	1	Sede do Parque Estadual da Pedra Selada, Visconde de Mauá – Resende, RJ
Baldes empilhados	1	Polo CEDERJ - Coordenação do Curso de Biologia da UERJ – Resende, RJ
Cercado	1	Colégio Estadual Pedro Braile Neto – Resende, RJ
Cercado	1	CIEP 342 Geraldo da Cunha Rodrigues – Resende, RJ

Fonte: Os autores.

O Colégio Estadual Pedro Braile Neto, que atua no Ensino Fundamental e Médio, e o CIEP 342 Geraldo da Cunha Rodrigues, receberam composteiras do tipo cercado para acompanhar o volume de RSD gerados diariamente. Além dessas, uma composteira do tipo baldes empilhados foi doada para uma moradora do município para uso em sua residência.

Vale ressaltar que todos os responsáveis pelos sistemas implementados receberam orientações quanto ao preenchimento e cuidados com as composteiras.

Construção de composteiras

Os sistemas de compostagem foram montados com êxito e receberam os resíduos da comunidade, como mostra a Figura 6.



Figura 6: Composteiras do tipo baldes empilhados construídas no IFRJ-CRES.

Fonte: Os autores.

O Ministério do Meio Ambiente recomenda uma proporção de 2:1 para C:N para abastecimento de composteiras (BRASIL, 2017). Entretanto, os autores observaram que ao utilizar a proporção recomendada, o material compostável ficou muito úmido e empregaram, neste trabalho, uma proporção volumétrica de 5:1 de C:N para o abastecimento das composteiras.

Durante o processo de compostagem ocorre a degradação aeróbica da matéria orgânica que é um processo exotérmico. Tal condição microbiana propicia o aumento da temperatura capaz de sanitizar o sistema contra micro-organismos patógenos. De acordo com Trautmann e Krasny (1998), este processo pode ser dividido em três fases.

a) Fase mesofílica ou de temperatura moderada: Caracterizada pelo aumento de temperatura até cerca de 45 °C, com duração de 2 a 3 dias;

b) Fase termofílica ou de alta temperatura: Caracterizada pela manutenção de temperatura acima de 45°C. Pode durar de dias a meses. O tempo varia conforme o tamanho do sistema. Neste período, microrganismos termófilos têm sua população aumentada, caracterizada também pelo consumo

de oxigênio presente no sistema e quebra de moléculas complexas como proteínas, gorduras e carboidratos complexos;

c) Fase mesofílica de cura ou maturação do composto: Pode durar entre dias e meses, depende do volume do sistema. Nesta fase, a degradação de carbono é aumentada pela humificação da matéria orgânica. Isto é caracterizado pela formação de uma mistura orgânica extensamente decomposta, que não produz efeitos inibitórios ou fitotóxicos às plantas.

O compostado, produto sólido obtido, e o chorume, produto líquido, foram avaliados quanto ao aspecto e características organolépticas para emprego como fertilizantes pela população. Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2 para os processos de compostagem e vermicompostagem, respectivamente.

Segundo Valente *et al.* (2009), o produto final estabilizado deve estar com umidade adequada e o pH do chorume entre 7,0 e 8,0. O Ministério do Meio Ambiente destaca ainda que, a relação final de C/N deve estar entre 8:1 e 18:1 (BRASIL, 2017). Para tanto, alguns dos parâmetros físico-químicos como pH, temperatura e aspecto foram monitorados e são apresentados nas Tabelas 1 e 2 para os processos de compostagem e vermicompostagem, respectivamente.

Tabela 1: Variação dos parâmetros físico-químicos do sistema de compostagem e dos produtos obtidos.

Dias	4	7	14	20	27	34	41
pH chorume	7	7	7	7-8	8	8	8
Temperatura (°C)	32,1	35,2	37,1	40,0	38,3	37,0	32,0
Aspecto dos produtos	Sem odor e escuro	Sem odor e escuro	Sem odor e escuro	Odor e escuro	Sem odor e escuro	Sem odor e escuro	Sem odor e escuro

Fonte: Os autores.

Tabela 2: Variação dos parâmetros físico-químicos do sistema de vermicompostagem e dos produtos obtidos.

Dias	4	7	14	20	27	34	41
pH chorume	7	7	7	7-8	8	8	8
Temperatura (°C)	32,2	36,4	39,1	42,2	38,5	37,1	32,0
Aspecto dos produtos	Sem odor e escuro	Sem odor e escuro	Sem odor e escuro	Odor e escuro	Sem odor e escuro	Sem odor e escuro	Sem odor e escuro

Fonte: Os autores.

Os parâmetros físico-químicos foram determinados a partir do 4º dia após o início do processo de compostagem e vermicompostagem. Pode-se observar um aumento de temperatura, em ambos os sistemas, até o 20º dia de compostagem e vermicompostagem, com decréscimo de temperatura nos dias subsequentes, até a temperatura constante de 32°C, a partir do 41º dia (Tabelas 1 e 2). Isso se deve ao processo de maturação, caracterizado pelo aumento e posterior diminuição da temperatura do sistema. O sistema de vermicompostagem registrou valores de temperatura discretamente maiores que o de compostagem, devido às minhocas que aceleram a degradação da matéria orgânica ao triturá-la.

Ambos os sistemas produziram chorume com coloração escura, sem presença de odor desagradável, e com pH variando entre 7-8, próximo ao pH neutro nas condições de temperatura registrada, conforme descrito na literatura, como mostra a Figura 7(A). O composto produzido com coloração escura, não apresentou odor e o húmus obtido, mostrado na Figura 7(B) não apresentou odor e indicou umidade adequada, a partir do teste de mão realizado (CORREA, 2021).

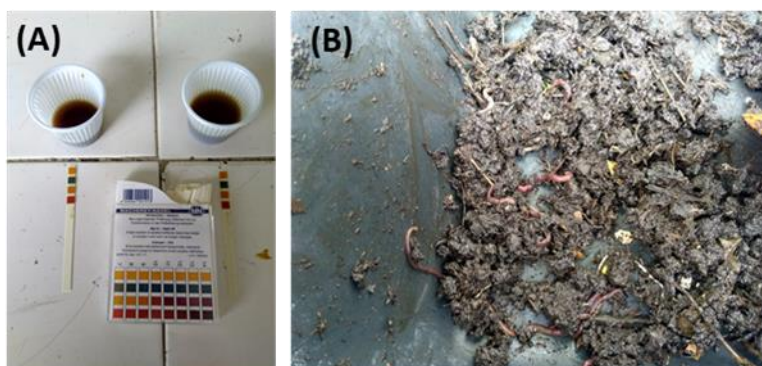


Figura 7: Produtos obtidos do processo de compostagem e vermicompostagem: Chorume (A) e húmus (B). **Fonte:** Os autores.

Após 41 dias, os parâmetros físico-químicos registrados permaneceram constantes. Entretanto, o processo seguiu por 60 dias para estabilização da atividade microbiológica do composto (TRAUTMANN; KRASNY, 1998). Após esse período, os produtos gerados, com qualidade adequada, foram doados para a comunidade interna e externa do IFRJ.

Conclusões

Conclui-se que foi possível montar composteiras com materiais simples, implementá-las e conduzi-las, sob um sistema solidário e inovador de entrega de RSD para obtenção de composto e chorume de qualidade. A comparação dos sistemas de compostagem e vermicompostagem, bem como a capacitação das comunidades interna e externa foi exitosa. Acredita-se que o procedimento para construção de composteiras do tipo baldes empilhados, abastecimento e os parâmetros físico-químicos descritos poderão auxiliar as

Revbea, São Paulo, V. 17, Nº 3: 92-91, 2022.

instituições de ensino a implementarem a técnica de compostagem e vermicompostagem para aproveitamento dos RSD produzidos em suas respectivas comunidades.

Notou-se que o projeto foi plenamente acolhido pela comunidade escolar e do entorno, principalmente pela possibilidade de implementar sistemas domésticos de compostagem. Esta demanda é espontaneamente entrelaçada ao crescimento da consciência socioambiental local. As Escolas do Município de Resende encontram-se dispostas a aplicar esta tecnologia de aproveitamento de RSD. Sabe-se que não é possível suprir o papel do Município na temática proposta, entretanto, educar, esclarecer e vivenciar práticas sustentáveis ligadas aos RSD são uma forma de inovação tecnológica e social alcançáveis e evidencia a essencial contribuição da Educação Ambiental. O compartilhamento de saberes adquiridos é de extrema importância para que a implementação da compostagem municipal seja melhor aceita e compreendida no território.

Agradecimentos

À Pró-Reitoria de Extensão do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro pelo apoio financeiro e bolsa concedida ao projeto e à Coordenação de Educação Ambiental da Secretaria Municipal de Educação de Resende pelo apoio e divulgação.

Referências

BRASIL. **Lei Nº 9.795** de 27 de abril de 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm> Acesso em: 25 mar. 2022.

BRASIL. **Lei Nº 12.305** de 02 de agosto de 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 30 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos**: Manual de orientação. Brasília: MMA, 2017. 68 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **54% dos municípios têm plano de resíduos sólidos**. MMA, 2018a. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/54-dos-municipios-tem-plano-de-residuos>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base**. Brasília: MEC, 2018b. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): Diagnóstico Temático: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 247 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): Diagnóstico Temático: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2020**. Brasília: SNS/MDR, 2021. 59 p.

CORREA, M.U. **Manejo da leira**. Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2021. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000gm3gfso402wx5ok0f7mv201zlugo5.html>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

EMBRAPA (Org.). **Como montar uma composteira caseira**. 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136838/1/CPAF-AP-Folder-COMPOSTEIRA.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

FERRARINI, A.V.O Ethos da Inovação Social: implicações ético políticas para o estudo de práticas produzidas em diferentes ambientes. **Contemporânea**, v. 6, n. 2 p. 447-466, jul.-dez./2016.

GUENTHER, M. *et al.* Implementação de composteiras e hortas orgânicas em escolas: Sustentabilidade e alimentação saudável. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n.7, 391-409, dez./2020.

HULGARD, L.; FERRARINI, A. Inovação social: rumo a uma mudança experimental na política pública? **Ciências Sociais Unisinos**, v. 46, n. 3, p. 256-263, dez./2010.

MEIRA, A.M.; CAZZONATTO, A.C.; SOARES, C.A. **Manual básico de compostagem**: Conhecendo os resíduos. Piracicaba: USP, 2003.

MONTEIRO, A. O que é a Inovação Social? Maleabilidade Conceitual e Implicações Práticas. **Dados**, v. 62, n. 3, p. 1-34, set./2019.

MONTEIRO, A. Autonomia e co-responsabilidade ou o lugar da Educação de Adultos na luta pela inclusão social. **Rev. Lusófona de Educação**, v. 19, n. 19, p. 67-83, dez./2011.

OLIVEIRA, A.M.G.; AQUINO, A.M.; CASTRO NETO, M.T. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical: Circular Técnica**, v. 76, p.1-6, ago./2015.

OLIVEIRA, L; NEIMAN, Z. Educação Ambiental no Âmbito Escolar: Análise do Processo de Elaboração e Aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 36–52, mai./2020.

Revbea, São Paulo, V. 17, Nº 3: 92-91, 2022.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO (OCDE). **Manual de Oslo**: Proposta de diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. 2ª edição, Brasília: FINEP, 1997.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RESENDE. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Resende/RJ (PMGIRS)**. Disponível em: <https://a3d16252-d332-4906-ab85-90a686fa97ca.filesusr.com/ugd/91cc6d_4f253ad70c8647069ccfc17ad4ccf454.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.

ROCHA, E.S.S. Educação Ambiental: conceitos, princípios e objetivos. **Revista Gestão Universitária**, 2021. Disponível em: <<http://www.gestaouniversitaria.com.br/artigos/educacao-ambiental-conceitos-principios-e-objetivos>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

VALENTE, B.S. *et al.* Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p.59-85, abr./2009.

TRAUTMANN, N.M.; KRASNY, M.E. **Composting in the Classroom**: Scientific Inquiry for High School Students. Dubuque: Kendall/hunt Publishing Company, 1998. 116 p.