

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MARIA EDUARDA MARTINS DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UTFPR-CM**

CAMPO MOURÃO

2020

MARIA EDUARDA MARTINS DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UTFPR-CM**

Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Ambiental, do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do Câmpus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de “Bacharel em Engenharia Ambiental”.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Vanessa Medeiros Corneli

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Morgana Suszek Gonçalves

CAMPO MOURÃO

2020



**TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
INTITULADO**

**PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UTFPR-CM**

DA DISCENTE

MARIA EDUARDA MARTINS DOS SANTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 01 de dezembro de 2020 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Campo Mourão. A discente foi arguida pela Comissão Examinadora composta pelas professoras abaixo assinadas. Após deliberação, a comissão considerou o trabalho aprovado.

Avaliadora 1

Prof^a Dr^a Cristiane Kreutz

Avaliadora 2

Prof^a Dr^a. Márcia Aparecida de Oliveira

Co-orientadora

Prof^a Dr^a. Morgana Suszek Gonçalves

Orientadora

Prof^a Dr^a. Vanessa Medeiros Corneli

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado com saúde, discernimento e sabedoria até aqui.

Aos meus pais, Maria do Rossio e Joel Carlos, por dedicarem todo seu amor, carinho, compreensão e dedicação. Serei eternamente grata por estarem ao meu lado sem medir esforços, sempre de maneira amorosa, apoiando em minhas decisões.

A todos os professores que contribuíram para o meu crescimento, em especial a minha orientadora Prof^a Dr^a. Vanessa Medeiros Corneli e a co-orientadora Prof^a Dr^a. Morgana Suszek Gonçalves pela oportunidade e confiança. Suas contribuições foram essenciais e necessárias.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná por toda estrutura e pelo auxílio concedido para a execução do trabalho por meio do Edital 02/2019 PROGRAD/PROREC referente ao apoio à execução de trabalhos de conclusão de cursos.

Aos amigos da UTFPR pelo companheirismo, principalmente na execução desse trabalho. A Sofia dos Santos Vieira Antunes por ter concedido seu tempo, sua casa e sua paciência. A Cássia da Silva Mattos por toda contribuição e ajuda imensurável.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

O meu muito obrigada!

RESUMO

Com o aumento da população nos últimos anos e o conseqüente aumento da geração de resíduos sólidos, alternativas para a disposição final ou reaproveitamento dos resíduos se fazem necessárias. Uma das alternativas para reduzir essa quantidade e reaproveitar a fração orgânica, é através do processo de compostagem. Esse processo apresenta diversas vantagens, como a redução de resíduos destinados à lixões e aterros sanitários e produção de composto orgânico, por exemplo. Nesse sentido, é necessário que as pessoas conheçam esse processo e saibam conduzi-lo em diferentes escalas. O objetivo deste trabalho foi realizar a compostagem dos resíduos orgânicos gerados no preparo de alimentos do restaurante universitário, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Campo Mourão. O experimento foi conduzido na composteira da UTFPR-CM no período de outubro de 2019 a fevereiro de 2020. Durante a compostagem realizou-se o revolvimento da pilha, para auxiliar na aeração do composto, e o monitoramento da temperatura. Após o processo, foram analisados os parâmetros umidade, matéria orgânica, carbono orgânico, nitrogênio, relação C/N, pH, fósforo e condutividade elétrica no composto obtido. A temperatura máxima alcançada no processo foi de 56,80°C e os parâmetros analisados apresentaram conformidade com a legislação vigente para a comercialização de composto no Brasil, com exceção da relação C/N, o que indicou a necessidade de maior tempo de maturação do composto.

Palavras-chave: compostagem; resíduos; sustentabilidade.

ABSTRACT

With the increase in the population in recent years and the consequent increase in the solid waste generation, alternatives for the final disposal or waste reuse are necessary. One of the alternatives to reduce this amount and reuse the organic fraction, is through the composting process. This process has several advantages, such as the reduction of waste destined to dumps and landfills and production of organic compound, for example. In this sense, it is necessary that people know this process and know how to conduct it at different scales. The objective of this work was to compost the organic waste generated in the preparation of food from the university restaurant, federal technological university of Paraná Câmpus Campo Mourão. The experiment was conducted in the UTFPR-CM compost from October 2019 to February 2020. During composting, the cell was revolving to assist in the aestation of the compound, and the temperature monitoring. After the process, the parameters moisture, organic matter, organic carbon, nitrogen, C/N ratio, pH, phosphorus and electrical conductivity in the obtained compound were analyzed. The maximum temperature reached in the process was 56.80°C and the parameters analyzed were in accordance with the current legislation for the commercialization of compost in Brazil, except for the C/N ratio, which indicated the need for longer maturation time of the compound.

Keywords: composting; waste; sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da composteira na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Campo Mourão, Paraná, Brasil	18
Figura 2 - Composteira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Campo Mourão.....	19
Figura 3 – a) Balde com resíduo orgânico sendo pesado com a balança digital de mão; b) Balde com resíduo de poda sendo pesado	20
Figura 4 – Pilha de compostagem montada na composteira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Campo Mourão	22
Figura 5 – a) Composto antes de passar pelo moinho de martelo; b) Composto após passar pelas peneiras e pelo moinho de martelo	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 OBJETIVOS.....	5
2.1 Objetivo Geral.....	5
2.2 Objetivos Específicos	5
3 JUSTIFICATIVA.....	6
4 REVISÃO DE LITERATURA	8
4.1 Resíduos Sólidos	8
4.1.1 Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil.....	9
4.2 Desenvolvimento Sustentável.....	10
4.3 Compostagem	12
4.3.1 Fatores que Influenciam na Compostagem.....	12
4.3.2 Fases da Compostagem	14
4.4 Aplicação do Composto	15
4.5 Legislação.....	16
4.5.1 Produção e Uso de Fertilizantes Orgânicos	16
5 MATERIAL E MÉTODOS	18
5.1 Caracterização da Área.....	18
5.2 Produção do Composto Orgânico	19
5.3 Análise do Composto.....	21
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6.1 Montagem da Pilha de Compostagem.....	22
6.2 Temperatura.....	22
6.3 Caracterização do Composto Obtido	24
6.4 Edital 02/2019 PROGRAD/PROREC Apoio à Execução de Trabalhos de Conclusão de Cursos – TCC	28
7 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional acelerado juntamente com a industrialização e mudanças no padrão de consumo, tem contribuído para o aumento na geração dos resíduos sólidos. O acesso a bens de consumo, principalmente aqueles que são descartados após um único uso, integram-se a esse crescimento e, em alguns casos, é dada uma destinação final inadequada a esses resíduos.

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2018/2019, publicado pela Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2019), no ano de 2018 foram gerados 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos no Brasil, em média 380 kg/ano gerados por pessoa. Desses, cerca de 50% são considerados resíduos orgânicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, entre outros, tem como objetivos a redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Uma das maneiras de reciclar os resíduos orgânicos é através da compostagem, um processo de degradação controlada dos materiais orgânicos que, em condições ambientais ideais, favorece a atuação de macro e micro-organismos que atuam nesse processo e produzem no final um composto, que pode ser utilizado como adubo orgânico (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Para Nunes (2018), reaproveitar os resíduos orgânicos para criar produtos alternativos de uso na agricultura, por exemplo, é uma estratégia economicamente viável e eficiente do ponto de vista ambiental, uma vez que é uma alternativa que não prejudica o meio ambiente e possibilita a redução de gastos com fertilizantes químicos.

Como a compostagem se aplica somente à fração orgânica dos resíduos sólidos, é aconselhável que seja realizada a análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no local que será implantado essa técnica, para garantir que exista uma geração suficiente de resíduos orgânicos. Vale destacar que, quanto maior for essa geração, maior será a potencialidade de aplicação da compostagem (DAL BOSCO, 2017).

No Restaurante Universitário (RU) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Campo Mourão (UTFPR-CM), são fornecidas em média 2.000

refeições diariamente, entre almoço e jantar, que geram resíduos orgânicos no seu preparo, como: restos de verduras, legumes e cascas de ovos (RODRIGUES et al., 2019).

No câmpus são desenvolvidas ações para reduzir a geração de resíduos sólidos e incentivar o descarte correto dos mesmos, visando uma possível reciclagem dos materiais. Tais ações são conhecidas pela maior parte dos alunos, como indicam os dados da pesquisa realizada por Nakano (2019), que analisou a percepção ambiental dos estudantes na universidade.

Considerando a geração de resíduos orgânicos oriundos do preparo de alimentos no Restaurante Universitário (RU) da UTFPR Câmpus Campo Mourão, o presente estudo teve por objetivo realizar o processo de compostagem desses resíduos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve por objetivo realizar o processo de compostagem dos resíduos gerados no preparo de alimentos do RU da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Campo Mourão.

2.2 Objetivos Específicos

Para cumprir com o objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Montar a pilha de compostagem;
- Monitorar o processo de compostagem;
- Realizar a medição da temperatura e o revolvimento na pilha;
- Caracterizar o composto orgânico produzido.

3 JUSTIFICATIVA

O conceito de sustentabilidade dentro de um restaurante inclui a gestão de resíduos sólidos gerados que são, em sua maioria, resíduos orgânicos. A disposição incorreta da fração orgânica dos resíduos gera inconvenientes como geração de chorume e mau cheiro, decorrentes da decomposição desse material (GONÇALVES; ALBUQUERQUE, 2018; ZOTESSO et al., 2012).

A compostagem destaca-se como forma mais viável de reciclar os resíduos orgânicos. Esse processo apresenta vantagens como reduzir os resíduos que são destinados a lixões e aterros controlados, tornando-se também uma forma de economizar com aterros sanitários devido a redução do volume, além de constituir um processo ambientalmente seguro e capaz de gerar composto orgânico com aproveitamento agrícola, capaz de enriquecer o solo e melhorar a produtividade (VILHENA, 2018).

Esse processo pode ser utilizado também como ferramenta de gestão e educação ambiental, especialmente no ambiente universitário. Isso porque, as Instituições de Ensino Superior (IES) possuem um papel de destaque ao fornecer informações, conhecimento e preparar os estudantes para contribuir com a compostagem e demais processos que resultem no desenvolvimento sustentável e tecnológico. Além disso, a implementação de composteiras nesse ambiente é simples e pode apresentar diferentes níveis de escala (TAUCHEN; BRANDLI, 2006; GONÇALVES et al., 2018).

Tauchen e Brandli (2006) descrevem que as IES podem ser comparadas com pequenos núcleos urbanos, uma vez que envolvem diversas atividades de ensino, pesquisa, extensão e atividades referentes a operação de restaurantes, centros de convivência e até mesmo alojamentos em algumas localidades. Além disso, os autores ressaltam que há toda uma infraestrutura básica em um Câmpus, com redes de abastecimento de água e energia, redes de saneamento e coleta de águas pluviais e vias de acesso. Por isso, é essencial que abordem temas relacionados a sustentabilidade.

As IES ainda possuem a responsabilidade de formar profissionais capazes de atuar na transformação do ambiente ao seu redor, em todos os âmbitos de sua vida e não apenas dentro da universidade (BACCI; CARDOSO; SANTIAGO, 2017).

Assim, o processo de compostagem na UTFPR-CM apresenta-se como objeto de estudo para o desenvolvimento de pesquisas e projetos, especialmente voltados à educação ambiental, tanto da comunidade interna como externa à universidade, buscando enfatizar a importância da compostagem como processo economicamente viável e ambientalmente adequado para a reciclagem de resíduos orgânicos.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Resíduos Sólidos

A NBR 10.004, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em 2004, define resíduos sólidos como aqueles resíduos nos estados sólidos e semissólidos gerados a partir de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

A norma ainda apresenta uma classificação de resíduos que envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características, além da comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Os resíduos são classificados em: a) resíduos classe I - Perigosos; b) resíduos classe II – Não perigosos; resíduos classe II A – Não inertes e resíduos classe II B – Inertes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). Nessa classificação, o material orgânico, os rejeitos (incluindo os resíduos dos sanitários) e alguns outros não recicláveis, enquadram-se como II A, não perigosos e não-inertes (GONÇALVES et al., 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, classifica os resíduos sólidos a partir da sua origem, considerando resíduos sólidos urbanos os englobados nas alíneas “a” e “b”, que são:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
 - b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- [...]
- Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal (BRASIL, 2010).

Segundo Santos et al. (2014) enquadram-se na classificação de resíduos sólidos orgânicos os restos de alimentos, cascas de frutas e legumes e até resíduos de jardinagem.

Resíduos orgânicos caracterizam-se por materiais que se degradam espontaneamente na natureza e reciclam os nutrientes durante esse processo,

todavia, podem tornar-se um problema ambiental por gerar chorume, emissão de metano e favorecer a proliferação de vetores de doenças devido ao grande volume gerado e a falta de local adequado para a sua disposição final (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

Entre as opções para a disposição final, para minimizar o impacto ambiental e à saúde humana está o aterro sanitário. Entretanto, os resíduos orgânicos também podem ser reutilizados através da incineração, biodigestão e compostagem. Esses processos têm por finalidade enviar o mínimo de matéria orgânica como rejeito para lixões, aterros controlados ou aterros sanitários (PEIXOTO; FERNANDES, 2016; SOUZA, 2015).

4.1.1 Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

Os dados divulgados no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019, publicado pela Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2019), evidenciam que no ano de 2018 foram gerados 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos no Brasil, em média 380 kg/ano gerados por pessoa, sendo que 92% (72,7 milhões de toneladas) foram coletados. Desses, 59,5% (43,3 milhões de toneladas) foram destinados a aterros sanitários, e 40,5% (29,4 milhões de toneladas) foram descartados em locais inadequados como lixões e aterros controlados, com aproximadamente 12,7 e 16,7 milhões de toneladas, respectivamente.

Estimativas da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008 evidenciam que a fração orgânica representa mais da metade dos resíduos gerados, com cerca de 51,4% (94.335,10 t/dia), seguido pelos materiais recicláveis com participação de 31,9% (58.527,40 t/dia) e outros correspondendo a 16,7% (30.618,90 t/dia) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012).

Segundo dados do Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE (2016) 18% (1.055) dos municípios brasileiros possuem programas municipais de coleta seletiva, o que significa cerca de 31 milhões de brasileiros (15%) atendidos com algum modelo de coleta seletiva, sendo que a maior parte dos municípios realiza a coleta por meio de Pontos de Entrega Voluntária (PEVS) e cooperativas.

Segundo a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2020), a situação extraordinária decorrente da Pandemia de COVID-19 e das medidas de quarentena, isolamento e distanciamento social adotadas, resultaram em diversas mudanças de hábitos e, conseqüentemente, no aumento relevante de 15 a 25% na geração de resíduos sólidos domiciliares gerados. Mais do que nunca, o descarte e a destinação correta dos resíduos são essenciais para a proteção do meio ambiente e da saúde humana.

A procura por alternativas para a destinação final dos resíduos orgânicos aumentou no período da Pandemia de COVID-19, e a compostagem teve seu interesse maximizado nos meses de abril a agosto do ano de 2020 como indica a ferramenta *Google Trends*® (GOOGLE, 2020).

4.2 Desenvolvimento Sustentável

Durante toda a história recente, diversas conferências foram realizadas acerca de assuntos que envolvem o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, acarretando em acordos e compromissos firmados entre os países participantes. Santos et al. (2020) destacam alguns compromissos assumidos em marcos estratégicos, como o Acordo de Paris, firmado na 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, a Agenda 2030 e o Plano da Comunidade de Estados Latino-Americanos e Caribenhos para a Segurança Alimentar, Nutrição e Erradicação da Fome 2025.

Em setembro de 2015, durante a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, foi lançada a Agenda 2030 com o intuito de propor um plano de ação para as pessoas e para o planeta a fim de atingir objetivos e metas para o desenvolvimento sustentável e dar continuidade as conquistas dos oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM, estabelecidos no ano 2000 (PLATAFORMA AGENDA 2030, 2020).

As Nações Unidas definiram 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, com 169 metas associadas para compor a nova agenda, que são descritos na Plataforma Agenda 2030 (2020). Dentre eles, foi estabelecido como Objetivo 2: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável. Esse objetivo apresenta algumas metas, entre elas:

Até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores, inclusive por meio de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e de emprego não agrícola.

Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo (OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2020).

O Objetivo 12, relacionado ao consumo e produção sustentáveis, estabelece como uma de suas metas: Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso (OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2020).

Entretanto, um dos grandes problemas que atinge o mundo e é alvo de debates em grande parte das conferências realizadas, é o desperdício de alimentos. Em pesquisa realizada como parte do projeto Diálogos Setoriais União Europeia-Brasil, sobre hábitos de consumo e desperdício de alimentos, liderada e publicada pela Embrapa, com apoio da Fundação Getúlio Vargas, os dados indicam que as famílias brasileiras desperdiçam, em média, 353 gramas de comida por dia ou 128,8 kg por ano, o que representa 114 gramas diários ou 41,6 kg anuais por pessoa. Entre os alimentos mais desperdiçados pelos brasileiros estão o arroz, carne bovina, feijão e frango, enquanto as hortaliças e frutas são desperdiçadas em menor quantidade. O relatório final ainda aponta que a América Latina desperdiça 127 milhões de toneladas de alimentos ao ano, o equivalente a 97 bilhões de dólares, segundo estimativa da FAO (PORPINO et al., 2018).

Esses dados evidenciam a importância de minimizar o desperdício e as perdas em toda a cadeia produtiva dos alimentos, sendo a compostagem uma alternativa viável em diversos níveis de escala, visando especialmente a redução dos impactos negativos gerados pela disposição final inadequada dos resíduos.

4.3 Compostagem

Segundo Dias e Vaz (1996) a compostagem é uma das alternativas mais viáveis para minimizar os problemas relacionados com a disposição final de resíduos sólidos orgânicos.

Entende-se como compostagem o processo biológico através do qual a matéria orgânica, contida em restos de origem animal ou vegetal, se decompõe e resulta em um composto orgânico que pode ser aplicado ao solo sem ocasionar riscos ao meio ambiente (VILHENA, 2018).

O composto gerado nesse processo possui uma valiosa composição de nutrientes para a agricultura (FIGUEIREDO et al., 2019). Assim, Santos et al. (2018) compreendem a compostagem como “uma forma de atender a demanda do mercado agrícola” e reduzir o uso de fertilizantes sintéticos.

A compostagem destaca-se por ser um método simples, seguro e que pode ser realizado em pequena, média ou grande escala (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017). Vilhena (2018) cita ainda outras vantagens relacionadas a esse processo como, por exemplo, o aproveitamento agrícola da matéria orgânica, a reciclagem de nutrientes para o solo, economia de aterro e conseguinte redução de resíduos destinados a eles e economia de tratamento de efluentes.

4.3.1 Fatores que Influenciam na Compostagem

A compostagem é um processo que envolve diversos fatores que devem atuar em condições ideais para garantir o sucesso e a qualidade do composto final. Uma das primeiras variáveis a serem consideradas são as fontes de material orgânico para compostagem. Esses materiais dividem-se em duas classes: ricos em carbono (casca de árvores, aparas de madeira, podas de jardinagem, folhas e galhos de árvores, palha, feno e papel) e ricos em nitrogênio (folhas verdes, estrumes de animais, solo, restos de vegetais, erva, etc.) (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Segundo Santos et al. (2018) a relação entre carbono e nitrogênio (C/N) é o fator que melhor representa o equilíbrio do substrato. A proporção ideal, em termos químicos, é de 30 átomos de carbono (C) para cada átomo de nitrogênio (N), em termos práticos, deve-se misturar 2/3 de material rico em carbono com 1/3 de material rico em nitrogênio. A demanda de C é maior que a de N, pois embora a disponibilidade

de C seja a maior fonte de energia para os micro-organismos, sua eficiência não é 100%. Entretanto, a relação C/N ótima na compostagem pode variar de acordo com o material a ser compostado (VALENTE et al., 2009).

A dimensão das partículas também precisa ser considerada, não podendo ser nem muito grande e nem muito pequena. Isso porque, partículas muito pequenas podem causar compactação e comprometer a aeração no processo e partículas muito grandes podem retardar a decomposição e a produção do composto. Recomenda-se que as partículas tenham entre 1,3 cm e 7,6 cm, enfatizando que o ideal é que os materiais não tenham dimensões superiores a 3 cm de diâmetro (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

A compostagem pode ser realizada na presença de oxigênio pelo processo aeróbio, ou na ausência de oxigênio, no processo anaeróbio. No primeiro caso, a ação dos micro-organismos que utilizam o oxigênio é intensa, resultando na aceleração do processo e odor agradável (ISHIMURA et al., 2009). Em contrapartida, de acordo com Oliveira, Sartori e Garcez (2008, p. 8), o processo anaeróbio tem a “liberação de mau cheiro, devido a não liberação completa do nitrogênio aminado como amônia”. A aeração durante o processo pode ser considerada, então, como o fator mais importante para garantir o sucesso da compostagem.

Para manter o equilíbrio do processo de degradação, deve-se monitorar também a umidade. A ausência desse controle pode ser responsável por alguns problemas como lentidão no processo ocasionada por materiais muito secos, mau cheiro ou presença de larvas pelo excesso de umidade e baixa temperatura, quando a leira não esquenta pela falta de material úmido ou umidade insuficiente (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017). A umidade ideal é acima de 40% e abaixo de 60%, pois é nessa faixa que ocorre a digestão da matéria orgânica. Mas vale ressaltar que a quantidade de água a ser adicionada na leira, pode variar de acordo com o material utilizado para a compostagem (ISHIMURA et al., 2009).

Outro controle que deve ser realizado é o da temperatura, considerado um importante indicador da eficiência do processo e que varia de acordo com as fases da compostagem. Na fase inicial, ocorre a liberação de calor já nas primeiras horas, elevando a temperatura para 40,00-45,00°C em um período de 2 a 3 dias. Acima disso, ocorre a fase termofílica com temperatura entre 50,00°C e 65,00°C, o máximo que a pilha atingirá durante o processo, responsável pela máxima decomposição dos compostos orgânicos. Posteriormente ocorre a diminuição da temperatura, até

estabilizar-se ao final da maturação do composto (VALENTE et al., 2009; KIEHL, 1985; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

O pH do composto pode indicar em que estado a compostagem se encontra. Segundo Oliveira, Sartori e Garcez (2008), inicialmente o pH decresce à aproximadamente 5 e depois aumenta gradualmente até atingir valores entre 7 e 8 com a estabilização do composto. Dessa forma, baixos valores de pH indicam uma curta duração do processo e falta de maturação ou ainda, à ocorrência de processos anaeróbios no interior da leira. Quando bem conduzida, a compostagem não apresenta problemas relacionados ao pH.

Todas essas variáveis citadas dependem também da montagem da leira de compostagem. A escolha do formato, o local onde será instalada, a altura, manutenção e cuidado com a leira são fatores que, quando não bem executados, podem tornar a compostagem um passivo ambiental. Entretanto, o objetivo é justamente o contrário, esse processo visa contribuir para a redução de impactos ambientais causados por uma disposição inadequada dos resíduos orgânicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

4.3.2 Fases da Compostagem

O processo de compostagem pode ser dividido em quatro fases: inicial, termofílica, mesofílica e de maturação (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017). Quando a compostagem se inicia, há proliferação de diversos micro-organismos e um forte crescimento da classificação de mesófilos, cuja temperatura ótima varia entre 15,00°C e 43,00°C. Com o aumento gradativo da temperatura, esses micro-organismos diminuem e dão espaço aos termófilos que se proliferam com mais intensidade em temperaturas de 40,00°C a 85,00°C. Esses micro-organismos são extremamente ativos e degradam rapidamente a matéria orgânica, elevando a temperatura e, conseqüentemente, eliminando os patogênicos. Quando a maior parte da matéria orgânica já está transformada, os micro-organismos mesófilos se instalam novamente e iniciam o processo de humificação, evidenciando a última fase do processo (FERNANDES; SILVA, 1999).

Durante essas fases, ocorre um processo chamado de mineralização onde nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio são liberados e tornam-se disponíveis para as plantas (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008). De

acordo com Fernandes e Silva (1999), outro fator que ocorre e diferencia essas fases durante o processo é a atividade biológica, que diminui conforme a compostagem avança.

Segundo Oliveira, Sartori e Garcez (2008), todo esse ciclo se completa em aproximadamente de 90 a 120 dias após a mistura dos materiais orgânicos, na montagem da leira. O composto estará pronto quando não apresentar mais aquecimento e estiver com aparência homogênea e coloração escura (SOUZA et al., 2001). Após esse processo, o composto pode ser utilizado e aplicado em diversas atividades e diferentes concentrações.

4.4 Aplicação do Composto

O crescente interesse em produzir e consumir produtos orgânicos, está relacionado a preocupação com questões ambientais e principalmente com a saúde. Para um alimento ser considerado orgânico, deve-se fazer uso de adubação orgânica e não de fertilizantes químicos na sua produção (VALENTE et al., 2009).

Para Figueiredo e Tanamati (2010), a busca por fontes alternativas de adubos está associada não só ao alto preço de fertilizantes industriais que se encontram no mercado, mas também a abundante oferta de matéria-prima para a sua produção, que são em sua maioria fontes diversificadas e que possibilitam o aumento da eficácia na sua utilização.

Dentre as alternativas para realizar a adubação orgânica, destaca-se o uso do composto produzido através de compostagem e vermicompostagem, que é humificado e rico em nutrientes (KIEHL, 1985). A utilização desse composto como adubo orgânico resulta no aumento da produtividade vegetal, por ser uma fonte de macro e micronutrientes para as plantas (PEREIRA NETO, 2011).

De qualquer maneira, seu uso deve ser normatizado de acordo com as exigências contidas na legislação. Como Souza (2005) ressaltou em seu estudo, o sistema de produção orgânica “baseia-se em normas técnicas bastante rigorosas para preservar integralmente a qualidade do produto”.

4.5 Legislação

A Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e reúne um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, visando à gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A PNRS contém instrumentos que auxiliam no aumento da reciclagem de resíduos sólidos, incluindo os orgânicos. Em seu Art. 3, a reciclagem é definida como o “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas” (BRASIL, 2010). Dessa maneira, a compostagem pode ser realizada como forma de reciclar os resíduos orgânicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Destacando a importância desse processo, fica estabelecido a partir do Art. 36 da PNRS, a necessidade de “implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido” (BRASIL, 2010). Sendo assim, recomenda-se que os resíduos orgânicos não sejam descartados como rejeito, mas reaproveitados através do processo de compostagem.

A compostagem gera, ao final do processo, um composto que não é um produto único e sua qualidade pode variar de acordo com os materiais utilizados e os processos empregados. Por isso, a qualidade do produto final deve ser normatizada seguindo a legislação específica de cada país (VALENTE et al., 2009).

4.5.1 Produção e Uso de Fertilizantes Orgânicos

O Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), juntamente com a Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), estabeleceram a Instrução Normativa SDA nº 25, de 23 de julho de 2009, que aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Essa Instrução Normativa classifica os fertilizantes orgânicos simples,

mistos, compostos e organominerais, de acordo com as matérias-primas utilizadas na sua produção em:

I - Classe "A": fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima de origem vegetal, animal ou de processamentos da agroindústria, onde não sejam utilizados no processo, metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos, resultando em produto de utilização segura na agricultura;

II - Classe "B": fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima oriunda de processamento da atividade industrial ou da agroindústria, onde, metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos são utilizados no processo, resultando em produto de utilização segura na agricultura;

III - Classe "C": fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda de lixo domiciliar, resultando em produto de utilização segura na agricultura; e

IV - Classe "D": fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda do tratamento de despejos sanitários, resultando em produto de utilização segura na agricultura (MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2009).

O composto orgânico obtido através da compostagem de resíduos sólidos orgânicos, para ser utilizado com segurança na agricultura, deve atender aos parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa SDA nº 25, descritos na Tabela 1 e aos limites máximos estabelecidos para contaminantes.

Tabela 1 – Especificações dos Fertilizantes Orgânicos Mistos e Compostos

*(valores expressos em base seca, umidade determinada a 65 °C)

Garantia	Misto/Composto				Vermicomposto
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classes A, B, C, D
Umidade (máx.)	50	50	50	70	50
N total (mín.)			0,5		
*Carbono orgânico (mín.)		15			10
*CTC(1)			Conforme declarado		
pH (mín.)	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0
Relação C/N (máx.)		20			14
*Relação CTC/C (1)			Conforme declarado		
Outros nutrientes			Conforme declarado		

(1)É obrigatória a declaração no processo de registro de produto.

Fonte: Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2009).

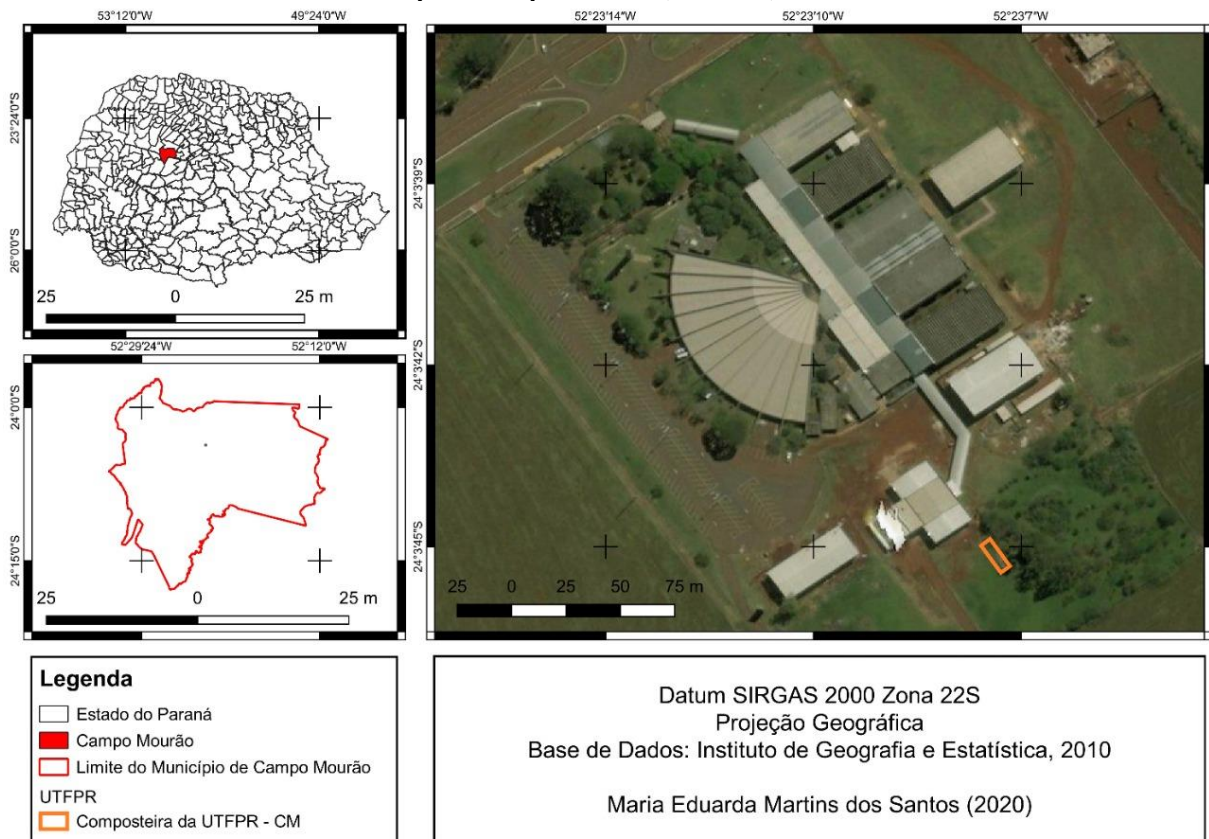
Após o composto ser submetido as análises físico-químicas e suas concentrações de nutrientes e demais parâmetros satisfazerem a legislação, o produto pode ser então, utilizado como fertilizante orgânico (PEREIRA NETO, 2011).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização da Área

O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Campo Mourão (Figura 1), entre outubro de 2019 e fevereiro de 2020.

Figura 1 – Localização da composteira na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Campo Mourão, Paraná, Brasil



Fonte: Autoria própria (2020).

A UTFPR-CM, localizada na mesorregião centro-ocidental do Paraná, tem aproximadamente 2.000 estudantes matriculados e oferece os cursos superiores de Ciências da Computação, Engenharia Ambiental, Engenharia de Alimentos, Engenharia Civil, Engenharia Eletrônica, Engenharia Química, Licenciatura em Química e Tecnologia de Alimentos, e curso técnico em nível médio na área de informática, além de cursos de pós-graduação em nível de especialização e mestrado. Possui em seu quadro de servidores efetivos 192 docentes e 77 técnicos-administrativos (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2020).

Para melhor atender a comunidade interna, o câmpus possui um Restaurante Universitário terceirizado pela empresa Alimentare Nutrição e Serviços Eireli. O local é equipado com cozinha e refeitório onde são servidos de segunda à sexta-feira em média 2.000 refeições entre almoço e jantar, e aos sábados somente almoço, reduzindo significativamente o número de refeições servidas. Além disso, o espaço oferece uma cantina com os mesmos dias de funcionamento, mas com o horário estendido durante todo o período de aulas (manhã, tarde e noite).

5.2 Produção do Composto Orgânico

A pilha de compostagem foi montada na composteira da UTFPR-CM (Figura 2), que possui uma estrutura construída em alvenaria, com 2,00 m de largura por 10,00 m de comprimento, 0,50 m de altura, dispõe de uma cobertura para proteção contra chuvas e possui inclinação para evitar o acúmulo de água e chorume, escoando-os para uma caixa coletora.

Figura 2 - Composteira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Campo Mourão



Fonte: Autoria própria (2019).

Para a compostagem, foram utilizados os resíduos sólidos orgânicos provenientes do preparo das refeições do Restaurante Universitário do câmpus, referente ao período de uma semana, associados à resíduos de poda da grama, oriundos da manutenção da universidade.

Para padronizar e medir a quantidade de resíduos que foram dispostos na pilha de compostagem foi utilizado um balde com capacidade de 20 litros (Figura 3).

Figura 3 – a) Balde com resíduo orgânico sendo pesado com a balança digital de mão; b) Balde com resíduo de poda sendo pesado



Fonte: Autoria própria (2019).

Respeitando a relação C/N, foi utilizado 1 parte de resíduos orgânicos para 3 partes de resíduos de poda. O balde utilizado e cada medida de resíduo foram pesados em uma balança portátil digital de mão, a fim de obter a quantidade final que foi utilizada (em kg).

Inicialmente, foram distribuídos 15 baldes de resíduo de poda uniformemente, para formar a base da leira. Em seguida, foi depositado o resíduo orgânico equivalente a 10 baldes cheios. Por fim, utilizou-se novamente o resíduo de poda para cobrir a camada de resíduo orgânico, igual a 15 baldes cheios. Formando assim, uma pilha de aproximadamente 1,00 m de altura. Após a montagem, foi realizado o primeiro revolvimento manual da pilha para homogeneização dos materiais.

Durante todo o processo de compostagem, foram realizados os controles de aeração, temperatura e umidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Periodicidade, métodos e materiais utilizados nos controles da pilha de compostagem

Controle	Periodicidade	Método/Material Utilizado
Aeração	A cada 3 dias	Revolvimento manual com garfo curvo
Temperatura	Diariamente	Medição com termômetro digital com haste
Umidade	Diariamente	Observação

Fonte: Aatoria própria (2020).

O controle de aeração e temperatura, seguiu o que foi proposto por Dias e Vaz (1996). Para o processo de aeração, foram realizados revolvimentos manuais com o auxílio de um garfo curvo. Esse procedimento foi realizado a cada três dias, a partir da montagem da leira. A temperatura foi monitorada diariamente, com o auxílio de um termômetro digital com haste, introduzido na pilha em três pontos distintos: base (B), meio (M) e topo (T), além da medição da temperatura ambiente.

O controle de umidade foi realizado através de observações e pegando um pouco do composto, colocando-o na palma da mão e apertando firmemente. No caso de escorrer água entre os dedos, indicaria que o nível de umidade estava muito alto; se o composto esfarelasse, a umidade estava muito baixa e se, ao abrir a mão o composto apresentasse boa consistência, a umidade estava boa (ISHIMURA et al., 2009).

5.3 Análise do Composto

Após o final do processo, o composto obtido foi levado ao Laboratório de Solos da UTFPR-CM, onde foi passado por duas peneiras e por moinho de martelo, a fim de deixá-lo mais homogêneo. Em seguida, foi realizada a caracterização a partir de análises físico-químicas, dos seguintes parâmetros: umidade, matéria orgânica, teores de Carbono Total, Nitrogênio Total, relação C/N, pH, Fósforo e Condutividade Elétrica, de acordo com metodologias de Tedesco et al. (1995) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola (1999).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Montagem da Pilha de Compostagem

A pilha de compostagem foi montada no dia 25 de outubro de 2019, com 64,02 kg de resíduos sólidos orgânicos do restaurante universitário e 10,42 kg de resíduos de poda (Figura 4).

Figura 4 – Pilha de compostagem montada na composteira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Campo Mourão



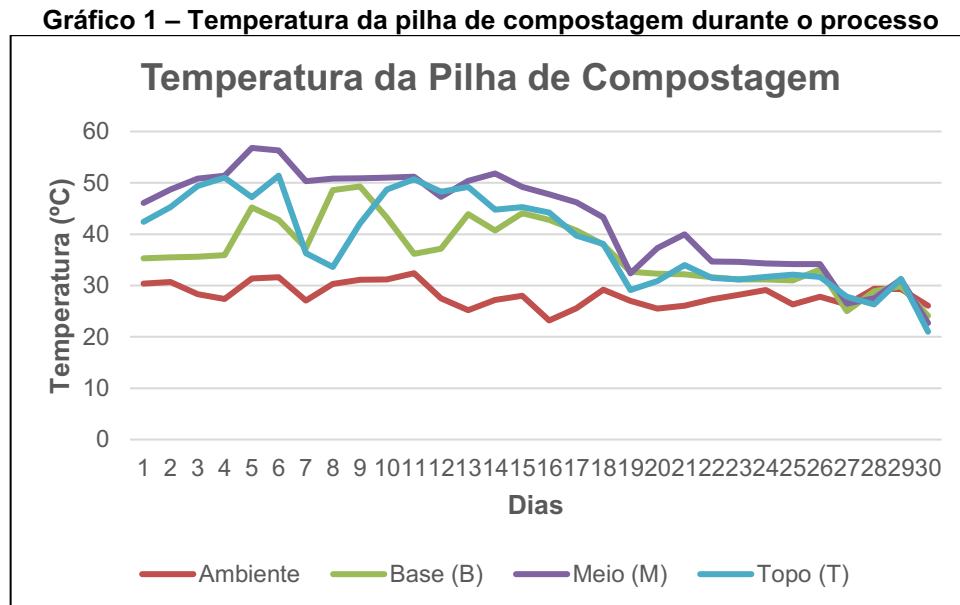
Fonte: Autoria própria (2019).

A partir da montagem da pilha, os controles de aeração, temperatura e umidade foram realizados durante 30 dias, quando ficou evidente o início da fase de maturação do composto.

6.2 Temperatura

Nos primeiros dias de compostagem, a temperatura subiu gradativamente e atingiu os 56,80°C no quinto dia após a montagem da pilha. A partir do décimo oitavo

dia, as temperaturas decresceram e permaneceram abaixo dos 45,00°C. Então no vigésimo sétimo dia, as temperaturas atingiram a temperatura ambiente (Gráfico 1).



Fonte: Autoria própria (2020).

Atingir a fase termofílica nos primeiros dias do processo de compostagem, é um padrão recorrente na literatura. Zhao et al. (2018), que utilizaram lodo e cascas de arroz para realizar a compostagem, relataram que após o aquecimento inicial, a temperatura ultrapassou os 50,00°C no quarto dia do processo, atribuindo isso a quantidade de substâncias facilmente degradáveis na pilha. Gomes (2019) observou igualmente que, a partir do quarto dia, as temperaturas ultrapassaram os 45,00°C em seus oito tratamentos estudados.

Nessa primeira fase ocorre a eliminação de organismos patogênicos, larvas de helmintos, sementes de ervas daninhas, entre outros, conforme citado por Pereira Neto (2011). Logo após, teve início a segunda fase e a temperatura permaneceu constante acima de 45,00°C até o décimo sétimo dia. Asses et al. (2019) também observaram que a temperatura ficou na média de 48,00-50,00°C, entretanto, por um período maior de tempo, por pelo menos 45 dias, antes de cair em decorrência da diminuição da atividade biológica.

A partir do décimo oitavo dia, a temperatura da pilha iniciou um processo gradativo de queda, atingindo temperaturas próximas a temperatura ambiente do vigésimo sétimo dia em diante e iniciando a fase de maturação do composto. De forma

análoga, Gomes (2019) observou que a fase de resfriamento ocorreu a partir do trigésimo dia.

É possível observar que a temperatura do meio da pilha manteve-se acima das demais durante a compostagem, com uma média de 46,75°C nos 30 primeiros dias do processo, quando foram realizadas as medições de temperatura diariamente. Nesse período, a temperatura média da base e do topo da pilha apresentaram uma diferença de aproximadamente 3,00°C entre elas, mantendo-se com uma média de 35,75°C e 38,90°C, respectivamente. Contudo, também é possível observar que a temperatura do topo da pilha foi a que mais oscilou durante o processo, com quedas significativas nos dias 8 e 19. No dia anterior de ambos dias, foi realizado o controle de aeração da pilha através do revolvimento manual com auxílio do garfo curvo.

Nos meses em que foi realizado a compostagem, outubro e novembro, a temperatura média do ambiente permaneceu em 27,90°C e o clima característico à estação do ano – primavera.

Os dados climáticos publicados pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR (2020), indicam que a precipitação total mensal no mês de outubro foi de 140-200 mm/mês e de 120-150 mm/mês em novembro de 2019. Contudo, a compostagem sofreu pouca influência climática durante o processo, pois o local em que foi instalada dispõe de cobertura para proteção contra chuvas e demais intempéries, não alterando assim, a qualidade final do composto.

6.3 Caracterização do Composto Obtido

Após 117 dias, o composto obtido foi passado por duas peneiras e por moinho de martelo no Laboratório de Solos da UTFPR-CM, a fim de deixá-lo mais homogêneo (Figura 5).

Figura 5 – a) Composto antes de passar pelo moinho de martelo; b) Composto após passar pelas peneiras e pelo moinho de martelo



Fonte: Autoria própria (2020).

De acordo com a Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009 (MAPA, 2009), o composto obtido é classificado como Classe “A”, ou seja, fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima de origem vegetal, animal ou de processamentos da agroindústria, onde não sejam utilizados, no processo, metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

Os resultados dos parâmetros analisados em laboratório são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado da caracterização físico-química do composto obtido e especificações para aplicação no solo

Parâmetro	Composto Final	Legislação¹
Umidade (%)	35,81	50 (máx.)
Matéria Orgânica (%)	38,14	-
C (%)	21,19	15 (mín.)
N (%)	0,74	0,5 (mín.)
C/N (%)	28,64	20 (máx.)
pH	7,71	6,0 (mín)
P (%)	0,20	-
Condutividade Elétrica (mS/cm)	6,87	-

¹Valores estabelecidos pela Instrução Normativa SDA nº 25/2009 para compostos Classe A.

Fonte: Autoria própria (2020).

Os resultados de umidade, matéria orgânica, carbono orgânico, nitrogênio total, relação C/N e pH avaliados neste estudo corroboram aos encontrados por Nunes (2018), que também realizou a compostagem de resíduos de restaurante universitário.

A umidade do composto analisado (Tabela 1) está muito próxima ao que foi estabelecido por Kiehl (1985), entre 25 e 35% de umidade, respeitando o valor estabelecido para a comercialização de composto no Brasil (máximo de 50%). Asses et al. (2019) ressaltam que a umidade abaixo de 30% pode inibir a atividade microbiológica e ser prejudicial ao composto. Todavia, deve-se evitar o excesso de umidade a fim de inibir a atração de vetores e possíveis odores (PEREIRA NETO, 2011).

Para a matéria orgânica do composto, observou-se um valor de aproximadamente 38%. Esse valor é pouco inferior ao que Asses et al. (2019) analisaram, no final do ciclo de compostagem, onde a matéria orgânica ultrapassava os 40%.

Os valores admitidos de carbono orgânico (C) e nitrogênio total (N) também se encontram em conformidade com a legislação. Entretanto, o valor da relação C/N está acima do máximo permitido (20%), o que indica a necessidade de maior tempo de maturação do composto. Muscolo et al. (2018) destacam que maior tempo de maturação, não significa maior qualidade para o composto final, sugerindo que a maturação do composto está ligada principalmente aos parâmetros de compostagem, enquanto a qualidade está relacionada a composição química dos materiais utilizados no processo.

Mohanara e Biswas (2016) utilizaram diferentes fontes de resíduos e observaram que ao final da compostagem, os valores de C eram de: 22,8% (palha de arroz), 23,5% (palha de trigo), 24,9% (palha de mostarda), 25,5% (palha de grão de bico) e 26,0% (folhas de árvore). Sendo o último o que mais se assemelha ao resíduo de poda utilizado nesse estudo, o valor de 21,19% para C mostra-se inferior.

O nitrogênio está presente na matéria-prima principalmente na forma orgânica e é, juntamente com o carbono, um dos principais elementos do processo de compostagem pois contribui com o desenvolvimento dos micro-organismos (CÁCERES et al., 2018). Autores como Gomes (2019), Cáceres et al. (2018) e Wang et al. (2015) citam que pode ocorrer uma fase de grande perda de N durante a fase de cura do composto.

A relação C/N é considerado um índice de maturação do composto, pois afeta significativamente o crescimento dos micro-organismos. A medida em que a compostagem progride, o teor de carbono orgânico diminui enquanto o conteúdo de nitrogênio total aumenta, resultando na diminuição gradativa da relação C/N até estabilizar-se (MOHANARA; BISWAS, 2016). Em síntese, de acordo com Santos et al. (2018), “quando houver maior concentração de nitrogênio comparado com carbono, a relação C/N será baixa”. No entanto, foi observado o contrário no presente estudo e a alta relação C/N sugere que o processo de compostagem deveria ser prolongado, a fim de reduzir essa relação para valores aceitáveis pela legislação.

O valor de pH também se encontra em conformidade com a legislação, que define o pH mínimo aceitável para comercialização de 6,0 para compostos Classe “A”. Dessa forma, o pH se assemelha ao encontrado por Asses et al. (2019) em seu estudo, que terminou o processo arredondando em 7,7 o pH do composto obtido. Para Gomes (2019), valores próximos a neutralidade, entre 5,5-8, são considerados ideais para o composto. Nesse sentido, o pH enquadra-se a faixa adequada.

O fósforo é um importante macronutriente considerado essencial para as plantas, entretanto, é encontrado em pequena quantidade naturalmente no solo (OURIVES et al., 2010). Nesse contexto, uma grande concentração de P está atrelada a qualidade do composto, sendo 0,20% um valor muito acima do encontrado por Nunes (2018) de aproximadamente 0,01%. Cestonaro et al. (2020) destacam que o teor mínimo de P não é estabelecido pela legislação brasileira, mas a margem de tolerância para o nutriente é devidamente regulamentada.

Com relação à condutividade elétrica do composto, Massukado e Schalch (2010) ressaltam que esse é um indicativo dos níveis de fitotoxicidade e, portanto, é um importante parâmetro para verificar o grau de qualidade do composto. A alta condutividade elétrica (5,69 mS/cm) encontrada pelos autores, que relacionam esse valor à maior toxicidade do composto, é próxima ao valor de 6,87 mS/cm encontrado nesse estudo.

Após a análise dos parâmetros discutidos acima, ficou evidente a qualidade do composto obtido frente as comparações com dados da literatura e a conformidade com a legislação vigente, apresentando apenas a necessidade de um tempo maior de maturação do composto.

6.4 Edital 02/2019 PROGRAD/PROREC Apoio à Execução de Trabalhos de Conclusão de Cursos – TCC

Conforme indicam os resultados das análises físico-químicas, o composto obtido a partir de resíduos orgânicos gerados no preparo de refeições e resíduos de poda, está em conformidade com a legislação que define parâmetros para a utilização e comercialização de composto orgânico.

Com exceção do valor da relação C/N, que está acima do máximo permitido, as quantidades de umidade, matéria orgânica, nitrogênio total, carbono orgânico, pH e fósforo evidenciam a qualidade do composto obtido, possibilitando-o que seja utilizado como fertilizante orgânico.

Para a empresa Alimentare Nutrição e Serviços Eireli, responsável pelo Restaurante Universitário da UTFPR-CM, que disponibilizou os resíduos orgânicos para a compostagem, o estudo possui relevância pois propõe uma alternativa sustentável para a destinação final dos resíduos orgânicos gerados no restaurante. As vantagens abrangem também a questão financeira, reduzindo custos para a destinação final dos resíduos orgânicos, além de contribuir com a responsabilidade socioambiental da empresa.

Os resultados obtidos apontam que reciclar os resíduos orgânicos que são comumente descartados juntos com outras classes de resíduos, através da compostagem, proporcionam a produção de um subproduto que pode ser útil e comercializável como fertilizante orgânico. Assim, além de contribuir com o meio ambiente, a empresa poderá utilizar o fertilizante para uma possível produção orgânica de alimentos para uso próprio ou para doação à terceiros.

Considerando a quantidade de refeições que são servidas diariamente pelo restaurante e os resíduos orgânicos gerados no preparo dessas refeições, a empresa possui disponibilidade de matéria-prima para a compostagem em grande escala.

Dessa forma, o estudo contribui para o aperfeiçoamento do processo de destinação final de resíduos orgânicos gerados no restaurante e propõe uma reutilização adequada e positiva desses resíduos tanto para o meio ambiente, quanto para a empresa.

7 CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou a viabilidade de realizar o processo de compostagem na UTFPR-CM a partir dos resíduos orgânicos gerados no restaurante universitário e dos resíduos de poda oriundos da manutenção do câmpus. A produção de composto orgânico destaca-se como alternativa para a disposição final da fração orgânica dos resíduos. Nesse aspecto, a compostagem é um processo de reaproveitamento dos resíduos que contribui positivamente com o meio ambiente, especialmente ao utilizar duas classes de resíduos que são gerados na universidade.

O monitoramento da pilha foi imprescindível para definir e analisar todas as fases do processo, inclusive para evidenciar o final da compostagem. Vale destacar que, desde a montagem até o monitoramento, os procedimentos mostram-se passíveis de ser objeto de estudo em atividades práticas, de extensão e inovação. Tais práticas estão intimamente ligadas ao desenvolvimento de técnicas sustentáveis e contribuem com a sensibilização da comunidade acadêmica.

Com relação aos parâmetros analisados do composto obtido, os resultados foram satisfatórios e enquadraram-se na legislação vigente para a comercialização de composto no Brasil, com exceção da relação C/N, o que indicou a necessidade de maior tempo de maturação do composto.

De maneira geral, o processo de compostagem atendeu ao propósito do reaproveitamento de parte dos resíduos orgânicos gerados no RU do câmpus.

REFERÊNCIAS

ASSES, Nedra; FARHAT, Walid; HAMDY, Moktar; BOUALLAGUI, Hassib. Large scale composting of poultry slaughterhouse processing waste: Microbial removal and agricultural biofertilizer application. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 124, p.128-136, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095758201831019X>. Acesso em: 12 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Recomendações para a Gestão de Resíduos Sólidos durante a Pandemia de Coronavírus (COVID-19)**. São Paulo, 2020. 5 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, 2019. 64 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. Edição Especial 15 Anos. São Paulo, 2017. 73 p.

BACCI, Denise de La Corte; CARDOSO, Lillian da Silva; SANTIAGO, Lívia Ortiz. Educação Ambiental nos Cursos de Graduação: Tendências à ambientalização curricular: Resultado de Pesquisa. *In: Encontro Paranaense de Educação Ambiental, XVI*. 2017. Disponível em: <http://www.epea2017.ufpr.br/wp-content/uploads/2017/05/620-E5-S1-EDUCA%C3%87%C3%83O-AMBIENTAL-NOS-CURSOS-DE-GRADUA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 23 out. 2019.

CÁCERES, Rafaela; MALINSKA, Krystyna; MARFÀ, Oriol. Nitrification within composting: A review. **Waste Management**. v. 72, p. 119-137, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X1730795X>. Acesso em: 12 nov. 2020.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Ciclosoft 2016**. Disponível em: <http://cempre.org.br/ciclosoft/id/8>. Acesso em: 15 nov. 2020.

CESTONARO, Taiana; BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos; MATOS, Antonio Teixeira de; COSTA, Marcelo Azevedo. Full scale composting of food waste and tree pruning: How large is the variation on the compost nutrients over time?. **Science of The Total Environment**. v. 754, 2020. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720356072>. Acesso em: 13 nov. 2020.

DAL BOSCO, Tatiane Cristina. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos**: resultados de pesquisas acadêmicas. São Paulo: Blucher, 2017. 266 p.

DIAS, Sandra Maria Furiam; VAZ, Luciano Mendes Souza. Métodos de monitoramento no processo aeróbico de compostagem – EEA/UEFS. **Sitientibus**. n. 15, p. 233-240, 1996. Disponível em: http://www2.uefs.br:8081/sitientibus/pdf/15/metodos_de_monitoramento.pdf. Acesso em: 23 out. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRÍCOLA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 1ª Edição. Brasília: Embrapa - Comunicação para transferência de tecnologia, 1999.

FERNANDES, Fernando; SILVA, Sandra Márcia Cesário Pereira da. **Manual prático para compostagem de bio-sólidos**. Rio de Janeiro: FINEP – PROSAB, p. 92, 1999. Disponível em: https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf. Acesso em: 27 out. 2019.

FIGUEIREDO, Renan Tavares; BRITO, Márcio José Costa; SANTOS, Pedro Henrique Campello; SOARES, Cleide Mara Faria; BURLE, Eduardo Costa. Monitoramento de compostagem em pequena escala. **SEMIOSES: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, v. 13, n. 3, p. 98-107, 2019. Disponível em: <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/semioses/article/view/378>. Acesso em: 10 nov. 2020.

FIGUEIREDO, Priscila Gonzales; TANAMATI, Fábio Yomei. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde**, v. 3, n.3, p. 1-4, 2010. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/5354/5946>. Acesso em: 05 nov. 2020.

GOOGLE. Google Trends®. **Compostagem**. Disponível em: <https://trends.google.com.br/trends/explore?q=compostagem&geo=BR>. Acesso em: 13 ago. 2020.

GOMES, Luiz Fernando. **Caracterização de composto orgânico de misturas de resíduos de origem animal, vegetal e mineral submetidas a doses de inoculantes**. 2019. 83 f. Dissertação – Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Rio Verde-GO, 2019. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/650/1/disserta%c3%a7%c3%a3o_Luiz_Fernando_Gomes.pdf. Acesso em: 12 nov. 2020.

GONÇALVES, Manuela Medeiros; ALBUQUERQUE, José de Lima. Gestão de Resíduos Sólidos: Um Estudo No Restaurante Universitário da UFRPE à Luz da Agenda Ambiental na Administração Pública. *In*: ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Ambiental e Meio Ambiente, 20., 2018, São

Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: USP, 2018. p. 1-16. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/20/anais/arquivos/198.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2020.

GONÇALVES, Morgana Suszek; MATTOS, Cássia da Silva; NUNES, Flaviane Galvani; RODRIGUES, Karolina; ANTUNES, Sofia dos Santos Vieira. Aproveitamento de Resíduos Sólidos Orgânicos na UTFPR – Câmpus Campo Mourão. *In: SIBESA – Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 14., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais** [...]. Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2018. p. 1-6.

GONÇALVES, Morgana Suszek; KUMMER, Larissa; SEJAS, Maurício Ihlenfeldt; RAUEN, Thalita Grando; BRAVO, Claudia Eugenia Castro. Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 15, p. 79-84, 2010. Disponível em: http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/15-09_RBCIAMB-N15-Mar-2010-Materia07_artigos230.pdf. Acesso em: 17 nov. 2020.

ISHIMURA, Issao; YAMAMOTO, Sônia Massumi; SANTOS, Celso dos; OLIVEIRA, Marco Antonio de. **Programa Olericultura Orgânica**. SENAR, São Paulo, 2009. 55 p.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ – IAPAR-EMATER. **Mapas Climáticos Mensais**. 2020. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Mapas-Climaticos-Mensais>. Acesso em: 13 nov. 2020.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda, 492 p. 1985.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-25-de-23-7-2009-fertilizantes-organicos.pdf/view>. Acesso em: 23 out. 2019.

MASSUKADO, Luciana Miyoko; SCHALCH, Valdir. Avaliação da qualidade do composto proveniente da compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares. **Revista DAE**, v. 183, n. 1412, p. 9-15, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: MMA, 2012. 103 p. Disponível em: https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decret_o_280812.pdf. Acesso em 15 nov. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos**: manual de orientação. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF: MMA, 2017. 168 p. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao_mma_2017-06-20.pdf. Acesso em: 27 out. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão de Resíduos Orgânicos**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos.html>. Acesso em: 19 set. 2019.

MOHARANA, Pravash Chandra; BISWAS, Dipak Ranjan. Assessment of maturity indices of rock phosphate enriched composts using variable crop residues. **Bioresource Technology**, v. 222, p. 1-13, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852416313645>. Acesso em: 12 nov. 2020.

MUSCOLO, Adele; PAPALIA, Teresa; SETTINERI, Giovanna; MALLAMACI, Carmelo; JESKEKACZANOWSKA, Agnieska. Are raw materials or composting conditions and time that most influence the maturity and/or quality of composts? Comparison of obtained composts on soil properties. **Journal of Cleaner Production**. v. 195, n. 10, p. 93-101, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618315518>. Acesso em: 05 dez. 2020.

NAKANO, Julia Miho. **Ações de Sustentabilidade Desenvolvidas pela UTFPR Câmpus Campo Mourão: Análise da Percepção Ambiental dos Estudantes**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15937>. Acesso em: 12 nov. 2020.

NUNES, Flaviane Galvani. **Produção de mudas de Rúcula utilizando substrato de resíduos orgânicos do Restaurante Universitário e de poda de grama da UTFPR - Câmpus Campo Mourão**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/13634>. Acesso em: 27 ago. 2019.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em: 17 nov. 2020.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de; SARTORI, Raul Henrique; GARCEZ, Tiago B. **Compostagem**. Programa de pós-graduação em solos e nutrição de plantas. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba – SP, 2008.

OURIVES, Ornã Enisson Almeida; SOUZA, Gustavo Maia; TIRITAN, Carlos Sérgio; SANTOS, Diego Henriques. Fertilizante Orgânico como Fonte de Fósforo no Cultivo Inicial de *Brachiaria brizantha* CV. Marandú. **Pesquisa Agropecuária Tropical**,

Goiânia, v. 40, n. 2, p. 126-132, 2010. Disponível em:
<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/5138>. Acesso em: 15 nov. 2020.

PEIXOTO, Alan Amorim; FERNANDES, Juliana Gonçalves. Utilização da Técnica de Compostagem: uma proposta para destinação final dos resíduos orgânicos gerados em um restaurante universitário. *In*: SEGET – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 13., 2016, Resende. **Anais** [...]. Resende: Associação Educacional Dom Bosco, 2016. p. 1-15. Disponível em:
<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/8524288.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2020.

PEREIRA NETO, João Tinôco. **Manual de Compostagem**: Processo de Baixo Custo. ed. rev. e aum. Viçosa: UFV, 81 p. 2011.

PLATAFORMA AGENDA 2030. **Conheça a Agenda 2030**: Conheça o plano de ação global para mudar o mundo até 2030. Disponível em:
<http://www.agenda2030.org.br/sobre/>. Acesso em: 12 ago. 2020.

PORPINO, Gustavo; LOURENÇO, Carlos Eduardo; ARAÚJO, Cecília M. Lobo de; BASTOS, Aline. 2018. Intercâmbio Brasil – União Europeia sobre desperdício de alimentos. **Relatório final de pesquisa**. Brasília: Diálogos Setoriais União Europeia – Brasil. Disponível em:
http://www.sectordialogues.org/documentos/proyectos/adjuntos/14e822_Relatorio_SemDesperdicio_Digital_Baixa.pdf. Acesso em: 17 ago. 2020.

RODRIGUES, Karolina; MATTOS, Cássia da Silva; ANTUNES, Sofia dos Santos Vieira; SOUZA, Iago Silva de; GONÇALVES, Morgana Suszek Gonçalves. Composteira da UTFPR – Câmpus Campo Mourão: Aproveitamento de Resíduos e Educação Ambiental. *In*: CONRESOL – Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2., 2019, Foz do Iguaçu. **Anais** [...]. Foz do Iguaçu: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2019. p. 1-4.

SANTOS, Amanda Thirza Lima; HENRIQUE, Nirvani Schroeder; SHHLINDWEIN, Jairo André; FERREIRA, Elvino; STACHIW, Rosalvo. Aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para produção de composto orgânico. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 15-28, 2014. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/06/Aproveitamento-da-fra%C3%A7%C3%A3o-org%C3%A2nica-dos-res%C3%ADuos-s%C3%B3lidos-urbanos-para-produ%C3%A7%C3%A3o-de-composto-org%C3%A2nico.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

SANTOS, Jonatas Teixeira; GUIMARÃES, Juliana Caroni Silva; FRANCO, Adélia; CORDEIRO, Juni; ALVARENGA, Cibele Andrade de; SANTOS, Charles Ianne Ferreira dos; THEREZO, Paulo. Resíduos Sólidos Orgânicos: Uma Análise Cienciométrica Acerca da Utilização da Compostagem Para a Geração de Adubo. **Research, Society and Development**, v. 7, n. X, p. 01-X, exx, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330748983_Residuos_Solidos_Organicos_Uma_Analise_Cienciometrica_Acerca_da_Utilizacao_da_Compostagem_Para_a_Geracao_de_Adubo. Acesso em: 12 out. 2019.

SANTOS, Karin Luise; PANIZZON, Jenifer; CENCI, Manuela Machado; GRABOWSKI, Gabriel; JAHNO, Vanusca Dalosto. Food losses and waste: reflections on the current brazilian scenario. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, e2019134, 2020. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232020000100300&tlng=pt. Acesso em: 17 ago. 2020.

SOUZA, Francisco Adriano de; AQUINO, Adriana Maria de; RICCI, Marta dos Santos Freire; FEIDEN, Alberto. **Compostagem**. Comunicado Técnico N° 50. Seropédica: Embrapa – Embrapa Agrobiologia, 2001. 10 p. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/27180/1/cot050.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.

SOUZA, Jacimar Luis de. **Agricultura Orgânica**: Tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória, ES: Incaper, 2005. v. 2. 257 p.

SOUZA, Laís Alves. **Análise dos Métodos de Leira Estática e de Revolvimento Manual na Compostagem de Resíduos Orgânicos gerados em Restaurante Universitário**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro , 2015. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/132437/000857141.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 nov. 2020.

TABALIPA, Ney Lyzandro; FIORI, Alberto Pio. Caracterização e Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Pato Branco, PR. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**. ed. 04, p. 23-33, 2006. Disponível em

http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/473/403. Acesso em: 10 nov. 2020.

TAUCHEN, Joel; BRANDLI, Luciana Londero. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão & Produção**. v. 13, n. 3, p. 503-515, 2006. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2006000300012&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 11 nov. 2020.

TEDESCO, Marino José; GIANELLO, Clesio; BISSANI, Carlos Alberto; BOHNEN, Humberto; VOLKWEISS, Sérgio Jorge. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2ª Edição. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. 2020. UTFPR – Câmpus Campo Mourão. Disponível em:

<http://portal.utfpr.edu.br/campus/campomourao/sobre>. Acesso em: 11 nov. 2020.

VALENTE, Beatriz Simões; XAVIER, Eduardo Gonçalves; MORSELLI, Tânia Beatriz Gamboa Araújo; JAHNKE, Denis da Silveira; BRUM JÚNIOR, Berilo de Souza; CABRERA, Bruno Ritta; MORAES, Priscila de Oliveira; LOPES, Débora Cristina Nichelle. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**. v.58. p.59-85, 2009. Disponível em:

<https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/5074/3285>. Acesso em: 10 nov. 2020.

VILHENA, André. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 4. ed. – São Paulo (SP): CEMPRE, 2018. 316 p. Disponível em: http://cempre.org.br/upload/Lixo_Municipal_2018.pdf. Acesso em: 10 out. 2019.

WANG, Ke; LI, Weiguang; LI, Xiangkun; REN, Nanqi. Spatial nitrifications of microbial processes during composting of swine, cow and chicken manure. **Scientific reports**, v. 5, p. 1-8, 2015. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep14932>. Acesso em: 12 nov. 2020.

ZHAO, Xinyu; WEI, Yuquan; FAN, Yuying; ZHANG, Fang; TAN, Wenbing; HE, Xiaosong; XI, Beidou. Roles of bacterial community in the transformation of dissolved organic matter for the stability and safety of material during sludge composting. **Bioresource Technology**, v. 267, p. 378-385, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096085241830957X>. Acesso em: 12 nov. 2020.

ZOTESSO, Jaqueline Pirão; COSSICH, Eneida Sala; TAVARES, Célia Regina Granhen; CLEMENTE, Cássia Porto; PERECIM, Pollyanna; COLARES, Luciléia Granhen Tavares. Diagnóstico da Geração dos Resíduos Sólidos no Restaurante Universitário da Universidade Estadual de Maringá e Avaliação do Desperdício de Alimentos. *In*: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 19., 2012, Búzios. **Anais** [...]. Búzios: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. p. 4335-4344. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320237863_DIAGNOSTICO_DA_GERACAO_DOS_RESIDUOS_SOLIDOS_NO_RESTAURANTE_UNIVERSITARIO_DA_UNIVERSIDADE_ESTADUAL_DE_MARINGA_E_AVALIACAO_DO_DESPERDICIO_DE_ALIMENTOS. Acesso em: 05 dez. 2020.