

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO COMPOSTO ORGÂNICO DE BIODEGRADAÇÃO AERÓBIA

*Liciane Oliveira da Rosa¹, Karine Fonseca de Souza², Luciara Bilhalva Corrêa³,
Érico Kunde Corrêa⁴*

RESUMO

ROSA, L.O. SOUZA, K. F. CORRÊA, L.B. CORRÊA, E.K. Análises físico-químicas do composto orgânico de biodegradação aeróbia. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharia**, v. 11, n. 31, p. 55-66, 2021.

O objetivo do trabalho foi avaliar o composto orgânico gerado no processo de compostagem de resíduos orgânicos oriundo de serviços alimentares pelos parâmetros físico-químicas. Para a realização deste trabalho foi realizado um experimento com resíduos vegetais e restos de alimentos cozidos em reatores com capacidade para 90 litros que era composto por dois tratamentos com duas repetições. O experimento foi mantido em área coberta nas dependências de uma Instituição de Ensino Superior. O período do processo de compostagem foi de dezembro de 2018 a março de 2019, num total de 90 dias, durante esse período foram realizados monitoramento da temperatura e umidade interna e externa, revolvimento manual e coleta de amostra a cada mês até o fim do processo. As

análises laboratoriais realizadas foram físico-químicas que incluem pH, condutividade elétrica, umidade, carbono orgânico, nitrogênio Kjeldahl e relação carbono/nitrogênio. Os dois tratamentos e suas repetições atingiram temperaturas acima de 45°C indicando a fase termofílica. Os parâmetros físico-químicos ficaram dentro do limite estipulado pela legislação brasileira vigente, indicando um composto orgânico de valor agrônômico e ambiental. Em relação à eficiência do experimento, foi observado que a compostagem é um tratamento eficiente na valoração dos resíduos orgânicos gerados em estabelecimentos de serviços alimentares, sendo de fácil implantação devido ao seu custo baixo e alto benefício.

Palavras-chave: Compostagem; Resíduos Orgânicos; Estabilização.

¹ Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Pelotas – Laboratório de ecotoxicologia ambiental e Educação Ambiental;

² Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Pelotas - Laboratório de ecotoxicologia ambiental e Educação Ambiental;

³ Doutora em Educação Ambiental, professora titular da Universidade Federal de Pelotas – coordenadora do Laboratório de ecotoxicologia ambiental e Educação Ambiental;

⁴ Doutor em Biotecnologia, professor titular da Universidade Federal de Pelotas – coordenador do Laboratório de ecotoxicologia ambiental e Educação Ambiental.

PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF THE AEROBIC BIODEGRADATION ORGANIC COMPOUND

*Liciane Oliveira da Rosa¹, Karine Fonseca de Souza², Luciana Bilhalva Corrêa³,
Érico Kunde Corrêa⁴*

ABSTRACT

ROSA, L.O. SOUZA, K. F. CORRÊA, L.B. CORRÊA, E.K. Análises físico-químicos do composto orgânico de biodegradação aeróbia. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharia**, v. 11, n. 31, p. 55-66, 2021.

The paper aimed to evaluate the organic compost generated in organic residues from food services by physical-chemical parameters. The present experiment was carried out using vegetable residues and food scraps cooked in reactors with a capacity of 90 litres, which consisted of two treatments with two repetitions. The experiment remained in a covered area on the premises of a Higher Education Institution. The period of the composting process was from December 2018 to March 2019, for a total of 90 days. During this period occurred the monitoring of internal and external temperature, and humidity, manual turning and sample collection every month until the end of the

process. The physico-chemical laboratory analysis included pH, electrical conductivity, humidity, organic carbon, Kjeldahl nitrogen and carbon/nitrogen ratio. The two treatments and their repetitions reached a temperature above 45°C, indicating the thermophilic phase. The physico-chemical parameters within the limit stipulated by the current Brazilian legislation, indicating an organic compost of agronomic and environmental value. Regarding the efficiency of the experiment enabled to observe that composting is an efficient treatment in the valuation of waste generated by food service establishments, being easy to implement due to its low cost and high benefit.

Keywords: Composting; Organicwaste; Stabilization.

¹ Master in Environmental Sciences at Federal University of Pelotas - Laboratory of Environmental Ecotoxicology and Environmental Education;

² Undergraduate Student in Environmental and Sanitary Engineering at the Federal University of Pelotas - Laboratory of Environmental Ecotoxicology and Environmental Education;

³ Doctor in Environmental Education, full professor at the Federal University of Pelotas - coordinator of the Laboratory of environmental ecotoxicology and Environmental Education;

⁴ Doctor in Biotechnology, Professor at the Federal University of Pelotas - coordinator of the Laboratory of Environmental Ecotoxicology and Environmental Education.

(*)e-mail: licianeoliviera2008@hotmail.com, karinesouza486@yahoo.com.br, luciarabc@gmail.com, ericokundecorrea@yahoo.com.br

Received: 12/03/2021

Accepted: 21/04/2021

Published online: 21/04/2021

1. INTRODUÇÃO

A gestão correta dos resíduos sólidos urbanos (RSU) vem se tornando um dos assuntos mais preocupantes nos últimos anos, visto que o aumento da sua geração provoca consequências graves ao meio ambiente. Esse aumento pode ser atribuído ao crescimento da população, urbanização e o desenvolvimento econômico (GOUVEIA, 2012).

Segundo Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos – ABRELPE (2018), a geração de resíduos no Brasil no ano de 2017 foi de 78,4 milhões de toneladas no país, evidenciando um aumento de 1% em relação ao ano anterior. Deste total de resíduos gerados, 71,6 milhões foram coletados registrando um total de 91,2%, porém, 6,9 milhões de toneladas de resíduos não foram coletados e foram descartados de forma incorreta.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela lei 12.305/2010 apresenta como um de seus objetivos a seguinte ordem de prioridade: “Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010).

Em seu art. 3º inciso VIII discorre que só podem ser enviados para o aterro sanitário os rejeitos que, de acordo com o inciso XV da mesma política, são os “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

Além da destinação inadequada para aterros sanitários, vale ressaltar que existe o uso de lixões, que apesar de ser proibido pela (PNRS), ainda são encontrados e usados com prática comum em diversos municípios brasileiros (RANGEL et al., 2018).

Portanto, o resíduo que vem chamando atenção pelo aumento da sua geração e sua disposição inadequada, são os resíduos orgânicos. De acordo com o Panorama da ABRELPE (2018), mais de 50% dos resíduos gerados nos municípios brasileiros de são de origem orgânica.

Diante disto, os resíduos orgânicos, quando dispostos de maneira errônea, causam diversos impactos no meio ambiente, como a geração do chorume, um líquido viscoso que pode conter metais pesados e causar a contaminação das águas superficiais e do lençol freático, emissão do gás metano (CH₄), um dos Gases do Efeito Estufa (GEE) e os problemas de saúde pública, já que os resíduos são atrativos de vetores causadores de doenças e o mau cheiro que causa desconforto (GOUVEIA, 2012; ARAÚJO; PIMENTEL, 2016).

São diversas fontes de resíduos orgânicos desde doméstica, industrial, agropecuária e a comercial, onde se incluem os estabelecimentos de serviços alimentares que são responsáveis por gerarem grandes quantidades de resíduos orgânicos diariamente.

A gestão correta desses resíduos e seu aproveitamento se fazem necessários, e a maneira ambientalmente correta podem ser feitos por intermédio do processo denominado compostagem. Ele é possível de ser realizado em pequena, média e grande escala, sendo um processo de transformação dos resíduos orgânicos pela biodegradação por ação de microorganismos em um ambiente úmido e aeróbio, produzindo dióxido de carbono e água gerando no final um produto rico em nutrientes denominado em composto orgânico (PAULA et al., 2010).

A PNRS (2010), em seu art. 3º inciso VII, discorre a compostagem como a destinação final correta de resíduos orgânicos. No entanto, o Brasil no ano de 2015, em torno de 5% dos resíduos orgânicos gerados foi compostado. Atualmente, 211 cidades brasileiras contam com unidades de compostagem, destacando-se os estados do Rio Grande do Sul e Minas Gerais, respectivamente com 66 e 78 unidades.

A compostagem, por ser um processo biológico, depende de fatores que contribuem para a geração de um composto maturado e de qualidade, sendo eles: temperatura, umidade, oxigenação, pH e relação C/N. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o composto orgânico gerado pelo processo de compostagem de resíduos orgânicos oriundo de serviços alimentares pelos parâmetros físico-químicos.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido nas dependências de uma Instituição de Ensino Superior (IES) os resíduos orgânicos utilizados no experimento foram fornecidos pelo restaurante da IES, sendo os resíduos de vegetais, restos de alimentos cozidos e o material estruturante responsável por fornecer carbono para o processo foi casca de arroz.

2.1 Delineamento experimental

O experimento foi realizado em reatores de 90 litros e se deu totalmente casualizado em que se obteve dois tratamentos que continha duas repetições, as proporções dos resíduos utilizados no experimento estão ilustradas na tabela 1.

Tabela 1: Percentuais dos materiais utilizados nos tratamentos

Resíduos orgânicos	Tratamento 1	Tratamento 2
Vegetais	60%	-
Alimentos cozidos	-	60%
Casca de arroz	40%	40%

2.2 Monitoramento do experimento

A temperatura interna dos reatores foi aferida com um termômetro digital tipo espeto, o termômetro era inserido em três pontos dos reatores (base, centro e topo).

O monitoramento da umidade interna dos reatores foi feito por meio do método de observação e teste da mão, onde uma pequena porção da massa era retirada dos reatores e verificando assim a umidade (NUNES, 2009).

Tanto a temperatura, como a umidade externa foram determinadas com um termohigrômetro que ficou no local do experimento 24h por dia.

A revira foi feita semanalmente manualmente fornecendo oxigênio para os tratamentos.

2.3 Coleta das amostras

Foram realizadas quatro (4) coletas representadas pelos dias 0, 30, 60 e 90 as amostras eram coletadas em três pontos de cada reator (base, centro e topo). As amostras foram colocadas em sacos plásticos estéril e misturados de forma manual até ficassem

homogeneizadas e em seguida encaminhadas para o laboratório de resíduos e toxicologia da Universidade Federal de Pelotas – UFPel para análises físico-químicas.

2.4 Análises Laboratoriais

Na tabela 2 está descrita a metodologia de análise dos parâmetros observados nesse trabalho. Todas as análises foram realizadas em triplicatas seguindo metodologias de trabalhos científicos e realizadas no laboratório Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em resíduos e Sustentabilidade (NEPERS) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Tabela 2: Metodologias das análises realizadas

Análises	Métodos
Potencial Hidrogeniônico (pH)	Tedesco (1995) e Embrapa (1996)
Condutividade elétrica	Tedesco (1995) e Embrapa (1996)
Umidade % (base seca)	AOAC (1997)
Carbono Orgânico % (base seca)	Walkley-Black.
Nitrogênio Total % (base seca)	Embrapa (2006); Marques et al. (2013).
Relação C/N	C%/N%

3. RESULTADOS

A figura 1 ilustra as médias das temperaturas ao longo do processo, como podem ser observados os dois tratamentos obtiveram a fase termofílica atingindo as maiores temperaturas de 58,9 – 56,5°C para o tratamento 01 e 02, respectivamente. As temperaturas se mantiveram altas num período de um mês indicando alta atividade termofílica, após esse período as temperaturas caíram ficando próxima a temperatura ambiente, indicando atividades por microorganismos mesófilos entrando o processo na fase de maturação.

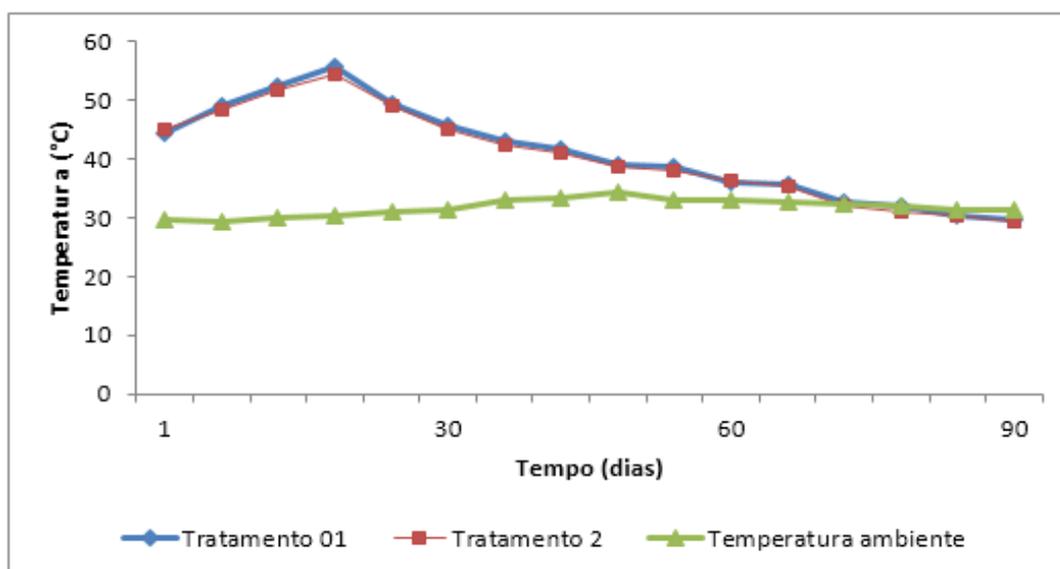


Figura 1: Temperatura dos tratamentos no processo de compostagem

Segundo Valente et al. (2009), a compostagem por ser um processo estritamente microbiológico em que o metabolismo dos microorganismos conduz à produção de calor, a temperatura se faz um parâmetro de importância no controle do processo. A fase termofílica,

onde a temperatura ideal é de 50 – 65°C, é a fase de suma importância, pois nela ocorre a morte dos patógenos que se encontram na massa orgânica (BIDONE e POVINELLI, 1999).

O resultado obtido neste trabalho foi mais eficiente em comparação ao trabalho de Demetrio et al. (2016) que realizaram um experimento de compostagem com resíduos orgânicos de um restaurante universitário de uma Instituição de Ensino Superior do Paraná, onde as temperaturas não alcançaram a fase termofílica, ou seja, ficando abaixo dos 45°C.

Na tabela 3 pode ser observado os resultados do pH dos dois tratamentos. Ambos os tratamentos tiveram comportamento similar, iniciando em faixas ácidas e finalizando em faixas alcalinas.

Tabela 3: Potencial Hidrogeniônico dos tratamentos

Tempo (dias)	Tratamento 1	Tratamento 2
0	4,78 ± 0,01	5,05 ± 0,05
30	6,41 ± 0,01	6,94 ± 0,06
60	8,25 ± 0,04	8,39 ± 0,02
90	8,68 ± 0,02	8,85 ± 0,04

Médias realizadas com erro padrão.

No processo de compostagem os valores de pH iniciam dentro da faixa ácida, e isso pode ser relacionado com uma intensa degradação da matéria orgânica, juntamente com a produção de ácidos orgânicos e altas temperaturas. Esse resultado corrobora com o trabalho que atingiu a fase termofílica (>45°C). No entanto, no decorrer do processo, as bactérias responsáveis pela degradação utilizam esses ácidos como substrato, fazendo com que os valores aumentem atingindo valores alcalinos e estabilizando nas faixas entre 8-9 (YUAN et al. 2016).

O resultado inicial do presente trabalho é similar ao de Souza, Carmo e Silva (2019) que utilizaram resíduos orgânicos de um restaurante de *self-service* na cidade de Rio de Janeiro (RJ) no processo de compostagem. O pH encontrado em ambos os trabalhos iniciaram em faixa ácida, no entanto, o trabalho supracitado finalizou com valores neutros.

Na legislação vigente o valor do final pH precisa estar dentro do limite estipulado pela Instrução Normativa n°. 25/2009 da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que em seu Anexo III, discorre os limites de tolerância. Nela, é determinado que o pH para a comercialização do composto orgânico classe C, que são de origem de resíduos domiciliares onde está classificado os resíduos orgânicos de serviço de alimentação é de no mínimo 6,5. Sendo assim, o trabalho o apresentou valores de pH finais dentro dos padrões da legislação (BRASIL, 2009).

A tabela 4 mostra os resultados das médias do parâmetro umidade (%) que ao longo do processo os valores decaíram indicando perda de água, sendo os maiores valores encontrados na fase inicial. Isso é o esperado, visto que na fase inicial do processo de compostagem não ocorre à evaporação de água.

A aeração e o teor de umidade são dois fatores que se relacionam, visto que a eficácia da aeração ao longo do processo e as características dos materiais a ser compostado se obtêm o teor de umidade ideal (BIDONE e POVINELLI, 1999).

Tabela 1: Teor de umidade (%) dos tratamentos

Tempo (dias)	Tratamento 1	Tratamento 2
0	70,59 ± 0,03	71,61 ± 0,19
30	60,50 ± 0,48	59,26 ± 0,18
60	50,28 ± 0,21	49,39 ± 0,19
90	44,89 ± 0,09	43,69 ± 0,19

A faixa considerada ideal para o processo encontra-se entre 40-60%, teores com valores abaixo dos 40% diminuem o processo tornando-o mais lento, já valores acima de 60% tornam o processo anaeróbico indicando ausência de oxigênio, além da emissão de odores desagradáveis e a emissão de gases de efeito estufa como o metano (CH₄) (HANAJIMA et al., 2010). Os teores finais de umidade obtidas neste trabalho encontram-se dentro dos valores estabelecidos pela legislação para composto classe C que é de no máximo 50% (BRASIL, 2009).

Pode-se observar por meio da Tabela as condutividades elétricas médias (μS/cm) encontradas para os tratamentos durante o processo de compostagem.

Tabela 5: Condutividade elétrica (μS/cm) dos tratamentos

Tempo (dias)	Tratamento 1	Tratamento 2
0	1131,85 ± 0,79	1120,15 ± 0,05
30	1700,19 ± 0,10	1620,75 ± 0,09
60	2101,75 ± 0,55	2022,75 ± 0,65
90	2390,59 ± 0,19	2369,85 ± 0,59

Esse resultado diverge do estudo de Chaves (2017) que discorre em seu trabalho que o maior valor final para condutividade elétrica foi acima de 6000,00 μs/cm⁻¹ em compostagem com os resíduos orgânicos de serviços alimentares da Universidade do Pampa campus Caçapava do Sul, RS.

O aumento da degradabilidade e da transformação do material no início do processo desencadeia no aumento da condutividade elétrica. Portanto, ao longo do processo ela tende a estabilizar, não devendo a salinidade nos compostos finais ultrapassar 4000,00μs/cm⁻¹, uma vez que compostos orgânicos com sais em altas concentrações dispostas em solo podem ser prejudiciais para sementes e mudas transplantadas (BERNAL, ALBUQUERQUE E MORAL, 2009; ZHANG et al., 2011).

Apesar de não existir uma legislação específica que determine limites para a condutividade elétrica (CE) para compostos orgânicos, os valores encontrados neste trabalho estão dentro dos padrões estipulados por trabalhos científicos que discorrem que os valores da CE devem finalizar abaixo de 4000,00μs/cm⁻¹ para proteção do solo e da cultura que será cultivada.

Os resultados de carbono orgânico (%) dos tratamentos durante o processo de compostagem podem ser observados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 6: Carbono Orgânico (%) dos tratamentos

Tempo (dias)	Tratamento 1	Tratamento 2
0	37,69 ± 0,39	38,22 ± 0,03
30	48,35 ± 0,39	47,71 ± 0,19
60	54,50 ± 0,18	53,49 ± 0,39
90	41,27 ± 0,07	41,41 ± 0,19

Como pode ser observado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o teor de carbono orgânico aumentou nos primeiros 60 dias de compostagem e após diminuiu gradualmente finalizando com valores no percentual dos 40%. Em relação à legislação, todos os tratamentos poderiam ser utilizados no tempo 90 dias e se enquadravam dentro do recomendável, que discorre que para composto classe C é de 15% no mínimo (BRASIL, 2009).

Zotesso et al. (2017) realizaram um experimento com resíduos orgânicos dos serviços alimentares da Universidade Estadual de Maringá, encontrando valores e que houve um aumento do carbono orgânico durante o processo, e no final da compostagem as concentrações ficaram entorno de 42%, sendo a formação de ácidos orgânicos e a sua incorporação no protoplasma celular microbiano atribuído como o responsável pelo aumento do carbono orgânico durante o processo (VALENTE et al., 2009).

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta os valores de N dos tratamentos ao longo dos 90 dias do processo.

Tabela 7: NTK (%) dos tratamentos

Tempo (dias)	Tratamento 1	Tratamento 2
0	1,07 ± 0,02	1,09 ± 0,01
30	2,19 ± 0,09	2,10 ± 0,09
60	2,50 ± 0,10	2,60 ± 0,20
90	2,29 ± 0,19	2,15 ± 0,09

Verificou-se que após 30 dias os valores do NTK tiveram um aumento se obtendo no final um percentual no entorno de 2%.

No processo de compostagem a conservação do nitrogênio no material é vantajosa para o processo, pois irá auxiliar na biotransformação, proporcionando a reciclagem desse nutriente e evitando seu desprendimento, que pode ser em forma de NH₃e emissões de N₂O, gerando lixiviados que são altamente poluidores e impactam negativamente o meio ambiente (ADHIKARI et al., 2013).

A legislação brasileira vigente explana que o valor mínimo de N Total exigido é de 0,5%, para composto classe C, portanto, o experimento está de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2009).

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são apresentados os resultados da relação C/N obtidos ao longo do processo de compostagem.

Tabela 8: Relação C/N dos tratamentos

Tempo (dias)	Tratamento 1	Tratamento 2
0	34,05 ± 0,15	34,25 ± 0,15
30	23,16 ± 0,06	23,85 ± 0,09
60	20,39 ± 0,49	19,69 ± 0,19
90	18,36 ± 0,19	16,81 ± 0,19

Lima et al. (2018) realizaram um experimento de compostagem com os resíduos orgânicos do Restaurante Universitário (RU) da Universidade Federal de Lavras (MG). No tratamento, eles utilizaram resíduos vegetais, encontrando valor a 23/1, valor acima do permitido pela legislação atual.

A instrução Normativa discorre que o limite máximo para a relação C/N de um composto orgânico classe C deve ser 20/1, ou seja, 20 partes para carbono e 1 parte para nitrogênio. Sendo assim, os valores finais encontrados no trabalho permaneceram dentro do limite permitido pela legislação (BRASIL, 2009).

A relação C/N é um dos parâmetros mais importante no processo de compostagem, sendo um indicador de maturação do composto orgânico e seus efeitos no crescimento microbológico, já que a atividade dos microrganismos heterotróficos, envolvidos no processo, depende tanto do conteúdo de C para fonte de energia, quanto de N para síntese de proteína (SISOUANE, 2017).

A compostagem é uma alternativa viável e de fácil aplicação para uma nova gestão dos resíduos orgânicos descartados. Ela pode ser apontada como uma técnica da logística verde, que busca a produção limpa, visa o reaproveitamento dos resíduos para a própria empresa ou para qualquer outro ciclo produtivo que tenha uma destinação final adequada do material coletado. Sendo assim, ela defende a ideia de responsabilidade ambiental, onde a empresa que fabrique qualquer tipo de produto tornar-se responsável pela vida útil do mesmo (NEVES et al., 2018).

Além da logística verde, a compostagem pode ser aplicada em conjunto com o controle de estoques. Essa prática é comum no setor de comercialização de alimentos, pois busca propor melhorias, visando a redução de perdas dos alimentos perecíveis (DAS CHAGAS; DO VALE, 2018). Assim, compostagem é uma medida que trata do que não é mais viável para consumo gerando um ciclo de produção e comércio mais limpo.

4. CONCLUSÕES

Por meio dos resultados encontrados neste trabalho, foi possível constatar dois pontos importantes: o processo de compostagem como alternativa para resíduos orgânicos gerados em empreendimentos de serviços alimentares, dando uma alternativa ambientalmente correta e eficiente, evitando possíveis impactos negativos no meio ambiente.

O segundo ponto importante foi o produto gerado a partir do processo denominado composto orgânico que se mostrou em condições favoráveis para serem utilizados como adubo orgânico, assim como também todos os parâmetros analisados ficaram dentro da legislação vigente indicando um produto de valor agrônomo, econômico e ambiental.

5. REFERÊNCIAS

ADHIKARI, B. K.; TRÉMIER, A.; BARRINGTON, S.; MARTINEZ, J.; DAUMOIN, M. Gasemissions as influenceby home composting system configuration. **JournalOf Environmental Management**, v. 116, p. 163-171, fev. 2013. DOI: 10.1016 / j.jenvman.2012.12.008

ARAÚJO, K. K; PIMENTEL, A. K. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros vergel do lago e jatiúca em Maceió, Alagoas. **Revista Gestão Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 626-668, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v4e22015626-668>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>> Acesso em: 18 dez. 2020.

BERNAL, M.P. ALBURQUERQUE, J.A. MORAL, R. Compostingof animal manuresandchemicalcriteria for compostmaturity assessment. **Review. Bioresource Technology**, v. 100, n. 22, p.5444-5453, nov. 2009. DOI: 10.1016 / j.biortech.2008.11.027

BIDONE, F. R. A; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos. 3.ed. São Carlos:** Edit. EESC-USP, 2010. 109p.

BRASIL, MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 25 de 23 de julho 2009. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229186>> Acesso em: 23 dez. 2020.

BRASIL, **Lei N. 12.305/2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília: 2010. Disponível em:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 12 dez. 2020.

CHAVES, J.S. **Estudo de composteiras e vermicomposteiras para tratamento de resíduos sólidos orgânicos**. 2017. 89 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2017.

DAS CHAGAS, I. G.; DO VALE, M. S. Redução de perdas e melhoria no aproveitamento e qualidade dos produtos perecíveis: um estudo de caso no hortifruti familiar no município de São João da Barra-RJ. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**, v. 8, n. 22, 14 nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.25242/885X82220181592>.

DEMETRIO, L. F. F; NAKAGAWA, D. H; PINTO, A. A. S; PRESUMIDO, P. H; BERTOZZI, J; MICHELS, R. N; BOSCO, T. C; PRATES, K. V. M. C. Compostagem em pequena escala de resíduos sólidos de restaurante universitário associado a poda de árvores. IN: CONGRESSO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 13., 2016, Poço das Caldas. **Anais**. Poço das Caldas: Sbed, 2016. p. 1-8.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 6, n. 17, p.1503-1510, maio 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000600014>.

HANAJIMA, D.; KURODA, K.; MORISHITA, K.; FUJITA, J.; MAEDA, K.; MORIOKA, R. Key odor components responsible for the impact on olfactory sense during swine feces composting. **Bioresources Technology**, v.101, p.2306-2310, 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1996. 212p. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf Acesso em: 18 dez. 2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta**, 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37465/1/CT63.pdf> Acesso em: 18 dez. 2019.

LIMA, L.C.; FIA, R.; RIBEIRO, A. G. C.; HASHIZUME, B. M.; SOARES, R. A. Qualidade do composto gerado no tratamento de resíduos sólidos de restaurante e diferentes resíduos orgânicos. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 5, p. 407-416, 24 nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v25i5.812>.

MARQUES, R.V. Canned Anchoita (Engraulis Anchoita): Technological Process and Sensory Analysis - an Alternative for Human Feed. **American Journal of Food Science and Technology**, v. 1, n. 3, p.18-24, set. 2013. DOI: 10.12691 / ajfst-1-3-2

NEVES, G. D. S.; FERREIRA, N. B. D. O.; DE SOUZA, F. P. Logística Verde. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**, v. 8, n. 22, 14 nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.25242/885X82220181583>

NUNES, M.U.C. **Compostagem de resíduos para a produção de adubo orgânico na pequena propriedade**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, p.1-7, 2009. Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/ct_59.pdf Acesso em: 13 dez. 2020.

RANGEL, L. S.; PRATA, M. V.; GREGORIO, M. P.; DO VALE, M. S. Conversão de biogás (metano e dióxido de carbono) em energia limpa e renovável em aterros sanitários. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**, v. 8, n. 22, 14 nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.25242/885X82220181554>.

SOUZA, L. A.; CARMO, D. F.; SILVA, F. C. Uso de microrganismos eficazes em compostagem de resíduos sólidos orgânicos de feira e restaurante. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, v. 2, n. 2, p. 42-54, 2019.

PAULA, L. G. A.; CESAR, V. R.; OLIVEIRA, P. E. S.; Avaliação da Compostagem de Resíduos Orgânicos da Área Verde do Campus Marechal Deodoro. In: V CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2010, Maceió. **Anais...** UFA, 2010.

SISOUANE, M.; CASCANT, M.M.; TAHIRI, S.; GARRIGUES, S.; KRATI, M. El.; BOUTCHICH, G.EIKadiri.; CERVERA, M.L.; LAGUARDIA, M. Prediction of organic carbon and total nitrogen contents in organic wastes and their composts by Infrared

spectroscopy and partial least squares regression. **Talanta**, v. 167, p. 352-358, maio 2017. DOI: [10.1016/j.talanta.2017.02.034](https://doi.org/10.1016/j.talanta.2017.02.034)

TEDESCO, J.M. **Análise de solo plantas e outros materiais**. Porto Alegre. Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995. 174 p.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T.B.G.A.; JAHNKE, D. S.; BRUM, B. S.; CABRERA, B. R.; MORAES, P. O.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, n. 58, p. 59-85, 2009.

YUAN, J.; CHADWICK, D.; ZHANG, D.; LI, G.; CHEN, S.; LUO, W.; DU, L.; HE, S.; PENG, S. Effects of aeration rate on maturity and gas emissions during sewage sludge composting. **Waste Management**, v. 56, p. 403-410, out. 2016. DOI: [10.1016/j.wasman.2016.07.017](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.07.017)

ZHANG, F.; GU, W.; XU, P.; TANG, S.; XIE, K.; HUANG, X.; HUANG, Q. Effects of alkyl polyglycoside (APG) on composting of agricultural wastes. **Waste Management**, v. 31, n. 6, p. 1333-1338, jun. 2011. DOI: [10.1016/j.wasman.2011.02.002](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.02.002)

ZOTESSO, J. P.; COSSICH, E.; COLARES, L.; TAVARES, C.R.G. Compostagem dos resíduos orgânicos gerados no restaurante universitário da Universidade Estadual de Maringá - PR. In: V SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS (SIRS), 5., 2017, São Carlos. **Anais**. São Carlos: Sbed, 2017.