

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIANA CORRÊA E SILVA ARAÚJO

QUALIDADE DE ADUBOS ORGÂNICOS OBTIDOS NA COMPOSTAGEM DE
RESÍDUOS DA CADEIA DE SUÍNOS COM ADIÇÃO DE GLICERINA BRUTA

PALOTINA

2020

MARIANA CORRÊA E SILVA ARAÚJO

QUALIDADE DE ADUBOS ORGÂNICOS OBTIDOS NA COMPOSTAGEM DE
RESÍDUOS DA CADEIA DE SUÍNOS COM ADIÇÃO DE GLICERINA BRUTA

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão
do Curso de Ciências Biológicas, Setor de Palotina,
Universidade Federal do Paraná.

Orientador(a)/Professor(a): Prof(a). Dr(a). Eliane
Hermes

Co-orientadora: Prof(a). Dr(a). Dilcemara Cristina
Zenatti

PALOTINA

2020

QUALIDADE DE ADUBOS ORGÂNICOS OBTIDOS NA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DA CADEIA DE SUÍNOS COM ADIÇÃO DE GLICERINA BRUTA

Mariana Corrêa e Silva Araújo

RESUMO

A agroindústria é responsável por produzir grande parte da economia do Brasil, gerando produtos e subprodutos que fazem com que este setor ganhe destaque. A produção de biocombustíveis e o aumento na produção de suínos torna a geração de resíduos uma crescente. Diante disso, a compostagem surge como uma alternativa para o tratamento desses resíduos visando uma destinação adequada ou possível utilização como matéria prima. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade de adubos orgânicos obtidos na compostagem de resíduos da cadeia de suínos com adição de glicerina bruta. Após a coleta dos resíduos, sendo eles farinha de suíno, lodo de flotador, bagaço de cana-de-açúcar, poda de árvore, carvão remanescente de caldeira (Biochar) e glicerina bruta, estes foram separados em 5 tratamentos, com diferentes porcentagens de glicerina (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0%). Ao final do processo, parâmetros de qualidade dos adubos orgânicos como pH, condutividade elétrica, carbono orgânico total (COT), nitrogênio total Kjeldhal (NTK), relação C/N, potássio e fósforo total e índice de germinação foram avaliados. As análises de qualidade do adubo orgânico mostraram valores ideais, ultrapassando os valores mínimos exigidos. Levando em conta carbono total, nitrogênio total e relação C/N, o tratamento T4 obteve valores mais altos (43,41; 3,56 e 12,28, respectivamente), já em relação ao pH, o tratamento T0 obteve valor mais elevado (7,16). Sendo assim conclui-se que, a decomposição de resíduos orgânicos industriais através da compostagem é capaz de formar um composto estável e com concentrações de nutrientes ideais para a utilização agrícola.

Palavras-chave: Composto Orgânico, Resíduo Agroindustrial, Sustentabilidade.

ABSTRACT

QUALITY OF ORGANIC FERTILIZERS OBTAINED IN THE COMPOSTING OF SWINE CHAIN RESIDUES WITH ADDITION OF CRUDE GLYCERIN

The agribusiness is responsible for producing the most part of Brazilian economy, generating products and by-products that make this sector stand out. Biofuels production and the increase in pig production makes the generation of waste increasing. That said, composting emerges as an alternative for the treatment of this waste, aiming at an appropriate destination or possible use as raw material. Therefore, the objective of this work was to evaluate the quality of organic fertilizers obtained in the composting of swine chain residues with the addition of raw glycerin. After collecting the residues, whether they are swine flour, float sludge, sugarcane bagasse, pruning tree, coal remaining from boiler (Biochar) and crude glycerin, these were

separated into 5 treatments, with different percentages of glycerin (0; 1.5; 3.0; 4.5; 6.0%). At the end of the process, quality parameters of organic fertilizers as pH, electric conductivity, total organic carbon (TOC), total Kjeldhal nitrogen (TKN), C/N ratio, total potassium and phosphorus and germination index were evaluated. The analyzes of the quality of organic fertilizer showed ideal values, exceeding the minimum required values. Considering total carbon, total nitrogen and C/N ratio, the T4 treatment obtained higher values (43.41; 3.56 and 12.28, respectively), in relation to pH, the T0 treatment obtained a higher value (7.16). Therefore, it is concluded that the decomposition of industrial organic waste through composting is capable of forming a stable compound with concentrations of nutrients ideal for agricultural use.

Keywords: Organic Compost, Agro-industrial waste, Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento populacional excessivo durante os últimos anos, é notável o aumento na produção de resíduos. Estes se descartados de maneira incorreta podem causar a poluição atmosférica e de corpos hídricos, alterando a qualidade do meio ambiente e até mesmo causar danos à saúde humana, pois podem transmitir doenças (ANDRADE e FERREIRA, 2011).

Esses resíduos podem ser classificados de acordo com o seu lugar de origem, por exemplo, os produzidos por industriais, o lixo doméstico, agrícola e de serviços. Especialmente aqueles oriundos da agroindústria podem ser classificados como sólidos, semissólidos e líquidos (COSTA et al., 2005; ANDRADE e FERREIRA, 2011). O aumento da exportação e do consumo de produtos influencia no volume de abate de maneira com que a produção de resíduos agroindustriais também seja maior, desde o processo de engorda até o processo de abate (ALOÍSIO, 2018). A necessidade de obtenção de matéria prima cada vez maior, gera elevados volumes de resíduos que quando descartados de maneira incorreta, acabam sendo prejudiciais ao meio ambiente (BARREIRA e PHILIPPI JÚNIOR, 2002).

Com a evolução de programas e leis ambientais, como por exemplo, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), as indústrias se viram obrigadas a dar destino de maneira mais correta aos excessos de matéria prima não mais utilizados (SILVA e ANDREOLI, 2010). Para que uma nova destinação possa ser dada a esses resíduos produzidos e para que estes possam ser descartados e disponibilizados de maneira correta, a compostagem surge como uma opção.

A compostagem é caracterizada por ser um processo de decomposição aeróbica de matéria orgânica, capaz de transformar resíduo em composto orgânico através da atividade de

microrganismos presentes no próprio material em decomposição (OLINTO et al., 2012). A compostagem pode ser feita a partir de qualquer material orgânico, animal ou vegetal.

A glicerina é um resíduo industrial gerado a partir da produção de biodiesel que utiliza como matéria prima óleos e gorduras animais ou vegetais e que pode ser adicionada à compostagem como fonte de carbono, pois influencia na estabilização do produto final (ALOISIO, 2018). Já os resíduos gerados pela cadeia de suínos, como por exemplo seus dejetos, são compostos por diversos elementos químicos, entre eles o nitrogênio, que na compostagem servem para a equilibrar a relação carbono/nitrogênio fazendo com que o composto final possa servir como fornecedor de nitrogênio para as plantas (MERTEN e MINELLA, 2002; BORINI, 2017).

O composto orgânico formado ao final do processo pode ser utilizado na agricultura. Considerado como adubo orgânico, possui coloração escura e sua qualidade varia de acordo com os materiais utilizados durante a sua produção, que podem influenciar na qualidade da adubação do solo (PRIMO et al., 2010). Seus padrões de qualidade podem ser referenciados pela Instrução Normativa 61/2020 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Em função de agregar valor aos resíduos, objetivou-se nesse trabalho avaliar a qualidade de adubos orgânicos obtidos na compostagem de resíduos da cadeia de suínos com adição de glicerina bruta

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

O crescimento populacional e o consumo excessivo de produtos tem sido um problema mundial, que por sua vez, tem causado impactos ambientais devido ao descarte incorreto (OLIVEIRA et al., 2016). O aumento da renda da população mais pobre acarretou o aumento da produção de resíduos sólidos que não são reutilizados (CAMPOS, 2012). A matéria não mais utilizada e de alta produção é denominada resíduo e é um dos principais poluidores atuais (REZENDE et al., 2016).

Em 2018 no Brasil, foram geradas 79 milhões de toneladas de resíduos e 92% deste foi coletado, porém, apenas 59,5% desse valor foi destinado corretamente (SOUZA, 2019). O problema social causado pelos resíduos vai além da poluição do ambiente. O aumento da

produção se acentua nos anos 90 quando há um aumento também no consumo pela população, de maneira com que os excessos tivessem uma destinação incorreta (JUCÁ, 2003).

O Capítulo II, Artigo 3º, inciso VII da Lei 12.305, determina que todo resíduo deve passar por todas as etapas de reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético até que se torne apto para a disposição final (SOUZA, 2019). No ano de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi sancionada no Brasil, através da lei que regulamenta as formas corretas de descarte e a partir deste momento, uma nova relação se dá entre a sociedade e os resíduos sólidos, já que são apresentadas novas maneiras para reutilizá-los, podendo gerar subprodutos de valor comercial (OLIVEIRA e GALVÃO JUNIOR, 2016).

Os resíduos sólidos são aqueles gerados através de atividades industriais, domésticas, hospitalares, etc (ABNT, 2004). Ainda como determinado nesta mesma norma, os resíduos podem ser classificados como Resíduos de Classe I (perigosos), sendo aqueles que apresentam algum tipo de periculosidade como reatividade e corrosividade, por exemplo e Resíduos de Classe II (não perigosos), que podem ainda ser classificados como Inertes e Não Inertes. Para cada um desses, deve-se seguir orientações de disposição final para que não haja comprometimento de áreas ambientais ou de saúde pública.

Como citado anteriormente, diversos tipos de resíduos são gerados diariamente, por exemplo, os Resíduos Sólidos Industriais, que podem ser considerados perigosos dependendo de sua composição (PNRS, 2011). Estes, como consta na Lei 12.305 no artigo 13 item I, são aqueles gerados em instalações industriais durante um processo de produção (SINIR, 2018). Por muitas vezes, esses resíduos não são reutilizados da melhor forma e são descartados incorretamente, mas poderiam servir de matéria-prima em outros processos, já que os recursos para a produção são escassos (CASAGRANDE et al, 2008; SOUSA et al., 2019).

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS

2.2.1 Dejeito suíno

O dejeito suíno é o descarte retirado das instalações de criação dos animais em questão e é composto basicamente por fezes e urina, restos de ração e água, que é utilizada para se fazer a higienização do local (MIYAZAWA e BARBOSA, 2015). O volume de resíduos gerados depende basicamente da quantidade de animais presentes e a frequência e quantidade de água utilizada para higienização do local (OLIVEIRA, 2001).

O conhecimento da composição química desse resíduo é importante para determinar o tipo de tratamento ideal que será adotado para a utilização desse resíduo em outras finalidades, sem que causem problemas ambientais (VEDOVATO et al., 2019). As características físico-químicas apresentadas pelo dejetos suíno dependem da qualidade da ração oferecida e do manejo dos animais, além do sexo, raça, temperatura, etc (SOUZA, 2009; MIYAZAWA e BARBOSA, 2015).

Esse resíduo é composto basicamente de nutrientes como por exemplo o nitrogênio (N), que em média possui um valor de 3%, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B) (MIYAZAWA e BARBOSA, 2015).

2.2.2 Farinha de Suíno

Este material é produzido a partir do abate desses animais em frigoríficos e graxarias, onde os subprodutos não comestíveis (principalmente ossos e tecidos), a partir de processos térmicos, são transformados em farinha que são destinadas ao comércio de produção de ração animal, já que é rica em proteína (CAMPESTRINI, 2005; ZANOTTO et al., 2009). A sua destinação para estas indústrias é uma opção viável, já que essa agrega valor às rações produzidas, além dos farelos de milho e soja, que são mais comumente usados para a produção de ração (ZANOTTO et al., 2009).

O descarte incorreto desses resíduos pode poluir o solo, águas subterrâneas e rios, além da transmissão de patógenos (SANCHES, 2019). Por isso, esse subproduto pode ser utilizado na produção de fertilizantes, pois a sua composição contém fósforo, que facilita a absorção de nitrogênio pelo solo (BORGES et al., 2019).

2.2.3 Lodo de Flotador

A flotação é um processo físico-químico de limpeza de efluentes, onde acontece a separação de partículas pela adesão a bolhas de ar, principalmente daqueles que possuem grande quantidade de óleos e graxas (BORGES, 2019). Tem como objetivo retirar impurezas que ficam suspensas na água, com a ajuda de coagulantes de origem orgânica ou inorgânica, de maneira que estas flutuem até a superfície, facilitando a sua remoção (SENA, 2005).

O lodo gerado no final do processo é caracterizado pelo alto valor de nitrogênio, e presença de metais, como por exemplo, Al e Fe, que são provenientes dos coagulantes utilizados durante o processo de tratamento. Estes podem ser prejudiciais ao meio ambiente se

descartados de maneira incorreta, e inviabilizar a utilização desse resíduo na agricultura, estando em desacordo com as regras impostas pela legislação (GARCIA et al., 2016; RESTREPO, 2019). Esse resíduo deve ser destinado a aterros específicos para resíduos industriais, ou então, após passar por processos térmicos e de extração de líquidos, pode ser utilizado na compostagem (GARCIA et al., 2016).

2.2.4 Bagaço de Cana-de-Açúcar

O bagaço de cana-de-açúcar possui característica fibrosa rica em carbono (C) e é resultante da moagem para a fabricação de etanol e açúcares ou então para consumo humano. Pode ser utilizado também como produto de queima para geração de energia, incorporação ao solo ou parte da dieta de bovinos (PIRES et al, 2004; GOUVEIA et al, 2009).

A composição do bagaço depende de diversos fatores, dentre eles, o solo em que é cultivada, a espécie e o tipo de colheita. Em média, 46% da sua composição é fibrosa, contendo principalmente celulose, hemicelulose e lignina; além disso, valores altos de carbono podem ser encontrados nesse material (39,7-49%) (SILVA et al., 2007).

2.2.5 Poda de Árvore

Proveniente de podas realizadas dentro do perímetro urbano, este resíduo é composto desde galhos e folhas, até frutos e por ser um material vegetal, contém valores significativos de carbono (PAIXÃO e BEZERRA, 2019). Em cidades arborizadas, pode ser gerado em excesso e muitas vezes descartado de maneira incorreta.

Em razão da sua composição, entre eles a lignina, um polímero aromático que causa rigidez e caracteriza a estrutura molecular e a composição biológica da poda, essa se comporta como um resíduo de difícil degradação. Em função disso, precisa de processos longos de decomposição para transformar a matéria prima em um composto final homogêneo (MEIRA, 2010).

2.2.6 Carvão Remanescente de Caldeira (Biochar)

Este resíduo se apresenta como um remanescente de carvão mineral, utilizado na queima em caldeiras industriais para a geração de energia (ROCHA JUNIOR et al., 2012). Também conhecido como biochar, esse resíduo é rico em carbono (C) e tem aspecto

granuloso, que influencia na decomposição microbiana de modo que este material persista por mais tempo no ambiente (DUMROESE et al., 2011). A sua produção gera calor e biocombustíveis que também podem ser usados como fontes energéticas (NÓBREGA, 2011).

É um material orgânico quimicamente composto por carbono, matéria volátil, cinzas (que dependem da matéria prima utilizada) e umidade além de valores consideráveis de nutrientes como hidrogênio, nitrogênio, fósforo e potássio. Também pode conter valores significativos de ácido húmico e fúlvico (NÓBREGA, 2011). A deposição do carvão no solo aumenta a retenção de carbono, por isso é conhecido como sequestrador de carbono, além de influenciar na fertilização do substrato, pois ajuda a incrementar as características físicas, químicas e biológicas presentes no solo (NÓBREGA, 2011; FOGAÇA et al., 2019).

2.2.7 Glicerina Bruta

A procura por fontes energéticas renováveis, tem aumentado o desenvolvimento de tecnologias capazes de produzir combustíveis biodegradáveis, em função da preservação ambiental (DALMASO et al., 2014). O biodiesel se apresenta como um desses combustíveis alternativos, sendo que na sua produção, dois subprodutos são gerados ao final dos processos. O mais denso deles é denominado glicerina, que contém, em média, 50% de glicerol (OLIVEIRA et al., 2013). Com a grande demanda por biodiesel, a produção de glicerina também tem se tornado excessiva e por muitas vezes sem descarte final, e esta acaba ficando estocada nas indústrias sem utilidade (SEQUINEL, 2013).

Os valores médios dos componentes encontrados na glicerina bruta podem ser analisados na Tabela 1.

Tabela 1- Valores médios e variações observadas no pH e principais componentes da glicerina produzida em 16 usinas de Biodiesel do Brasil.

Parâmetro	Média ¹	Mínimo	Máximo
Glicerol (%)	74,40	30,40	90,10
Umidade (%)	9,70	0,80	26,60
Lipídeos totais (%)	7,80	0,00	37,70
Cinzas (%)	5,30	2,30	12,10
Sódio (g kg ⁻¹)	20,80	6,10	28,20
Fósforo (mg kg ⁻¹)	541,00	17,00	2.111,00
Cálcio (mg kg ⁻¹)	36,20	0,00	153,00
pH	7,20	2,30	12,70

¹N= 41

Fonte: Oliveira et al. (2013).

2.3 PROCESSO DE COMPOSTAGEM

A preservação ambiental é uma questão atual que se encaixa perfeitamente quando se trata de resíduos. As indústrias têm se preocupado com a geração de matéria em excesso, por isso, estão criando programas de reciclagem ou reutilização de produtos para diminuir o volume produzido e eventualmente gerar uma nova fonte de receita (VIEIRA, 2019). Para isso, opções de reutilização de material como a reciclagem, a utilização na produção de rações, a venda para indústrias que se utilizam do material descartado como matéria prima ou até mesmo a compostagem, tem sido destinações adequadas.

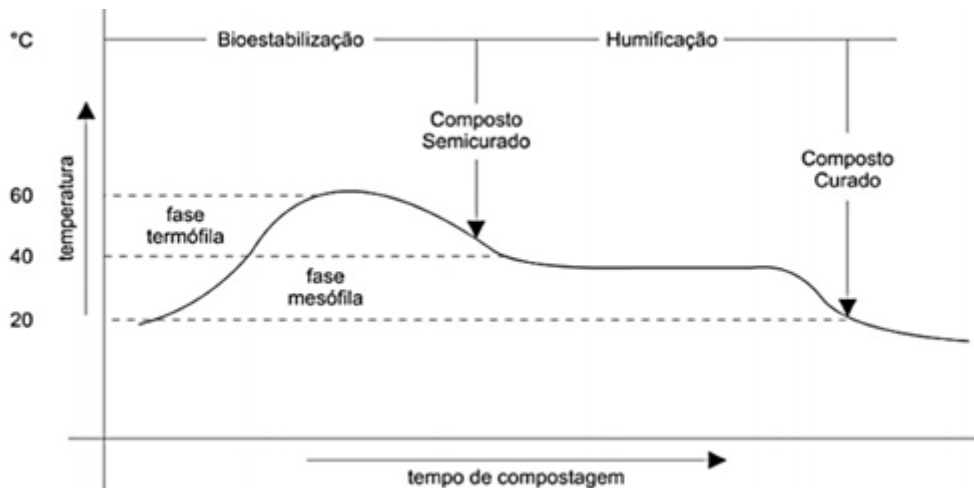
Uma das opções com mais destaque atualmente é a compostagem, que é definida por ser um processo biológico de decomposição de material orgânico, animal ou vegetal, através da atividade de diversos microrganismos, que formam um composto estável (BUDZIAK et al., 2004; ROMUALDO et al., 2016). Trata-se de processos que acontecem naturalmente no ambiente, transformando os resíduos orgânicos em pequenas partículas (MONTEIRO, 2016).

O processo de compostagem surge para melhorar a eficiência de decomposição da matéria orgânica de maneira controlada, já que na natureza, onde não há interferência humana, o processo costuma ser mais demorado devido às condições ambientais em que é exposto (MARTINS, 2012). Para que o mesmo aconteça de forma mais rápida, alguns cuidados podem ser tomados, como por exemplo, o tamanho do resíduo a ser disposto para compostagem e a diversidade de material utilizado (OLIVEIRA et al., 2005).

A compostagem depende de fatores importantes para o ótimo do seu processo. A relação de equilíbrio entre o carbono e o nitrogênio (C/N) que serão disponibilizados durante o processo é uma delas, pois influencia na fermentação durante a decomposição da matéria orgânica e na absorção de nitrogênio pelas plantas, por isso devem ser ofertados numa relação ótima de 30/1 (FORMENTINI, 2008). Além disso, a temperatura também se faz importante durante o processo pois é ela que influencia no metabolismo de microrganismos e na inibição de proliferação de agentes patogênicos (ARTHURSON, 2008; REBOLLIDO et al., 2008).

Todos os processos de compostagem devem passar por 3 fases específicas de temperatura (Figura 1). Inicia-se com a fase mesofílica, onde os valores de temperatura atingem aproximadamente 40 °C; em seguida passa pela fase denominada termofílica, que apresenta temperaturas em torno de 60 °C e se faz necessária para a eliminação de organismos patogênicos. Por fim a fase de maturação, onde a temperatura decai ainda mais ficando próxima a temperatura ambiente, indicando que o material já foi decomposto e está estabilizado (OLIVEIRA et al., 2005; ROSA et al., 2019).

Figura 1- COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA NAS FASES DE COMPOSTAGEM



FONTE: D'ALMEIDA e VILHENA (2000).

Além da temperatura, a umidade também é um fator determinante na compostagem. Por ser importante para o metabolismo microbiano, os valores ótimos de umidade devem estar em torno de 60%. Valores mais baixos que este, em torno de 40%, podem afetar a decomposição dos materiais orgânicos e se forem superiores a 60%, podem influenciar na circulação de oxigênio no composto (WHOJAN, 2017).

A aeração, dentro do processo de compostagem, desenvolve um papel fundamental. De acordo com a quantidade e a circulação de oxigênio dentro deste processo, pode-se classificá-lo como anaeróbico (com ausência de oxigênio); ou aeróbico (com presença de oxigênio), sendo este último o mais favorável, pois permite o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela decomposição (VALENTE et al., 2008).

O pH também se destaca dentro desse processo como um fator determinante. Algumas matérias orgânicas utilizadas nesse processo se caracterizam como elementos ácidos, portanto é normal que no início da decomposição o material se torne mais ácido, o que indica uma grande atividade microbiana durante o processo (VALENTE et al., 2008). Ao final do processo, esse valor tende a subir e se estabilizar próximo a neutralidade.

Por fim, pode-se citar a granulometria, que define a dimensão das partículas do material orgânico utilizado na compostagem, pois influencia na circulação de oxigênio e por isso deve possuir tamanho suficiente para que a compactação do substrato não aconteça (VALENTE et al., 2008). É um fator importante a ser considerado já que a maior parte da decomposição microbiana acontece na superfície das partículas de matéria orgânica, porém, não há uma definição de valor ótimo desse componente, por isso, recomenda-se a mistura de diversos tamanhos de material (SILVA, 2017).

São estipulados valores ótimos para o processo de compostagem que podem ser adaptados de acordo com os resíduos utilizados (Tabela 2).

Tabela 2- Valores ideais para os parâmetros necessários no processo de compostagem.

Condições sugeridas para uma rápida compostagem		
CONDIÇÕES	FAIXA ADEQUADA	FAIXA PREFERÍVEL
Relação C/N	20/1 – 40/1	25/1 – 30/1
Umidade (%)	40-65	50-60
Concentração de O (%)	Maior que 5%	Muito maior que 5
Tamanho da partícula (cm)	0,3 a 1,5	Vários
pH	5,5-9,0	6,5-8,0
Temperatura (°C)	43,5-65,5	54,5-60,0

Fonte: Matos (2014)

2.4 COMPOSTO ORGÂNICO

O material resultante do processo de compostagem é comumente denominado húmus, caracterizado por ser um composto rico em materiais orgânicos com valores altos de peso molecular e outros componentes como macro e micro nutrientes que facilitam a aeração do solo, retêm água e evitam a erosão causada por chuvas (DORES-SILVA et al., 2013; FERREIRA et al., 2013). Além disso, esse material, que é usado como fertilizante, age no solo de maneira a controlar as variações de temperatura, influenciando nos processos biológicos e na composição do solo, favorecendo o fornecimento de nutrientes necessários para as plantas (TRANI et al., 2013).

Os adubos orgânicos são geralmente utilizados pois são responsáveis por fornecer ao solo, quantidades suficientes de matéria orgânica, o que influenciará na estrutura do solo e conseqüentemente na produção (SILVA, 2012). O composto possui quantidades razoáveis de nutrientes, dessa forma, diversas culturas podem ser adubadas utilizando apenas esse composto orgânico (FORMENTINI, 2008).

Os adubos orgânicos podem ser classificados de acordo com as matérias primas utilizadas para a sua fabricação, como: Classe A, que utiliza matéria prima de atividades extrativas agroindustriais, podendo ser de origem mineral, animal ou vegetal, isentos de despejos ou contaminantes sanitários com utilização segura na agricultura e Classe B, que utiliza resíduos urbanos e agroindustriais, podendo incluir lodo de tratamento de esgoto, ou seja, contendo qualquer quantidade de despejos ou contaminantes sanitários, com utilização segura na agricultura (IN DAS N 61, 2020). Os parâmetros de qualidade desses fertilizantes

são declarados de acordo com a legislação, baseados nos valores de matéria orgânica e carbono orgânico, a relação C:N, umidade, pH, etc (Tabela 3) (LACERDA e SILVA, 2014).

Tabela 3- Especificações dos fertilizantes orgânicos

Garantia	Misto/composto
Umidade (máx.)	50%
N total (mín.)	0,5%
Carbono orgânico- CO (mín.)	15%
CTC (mín.)	Conforme declarado
pH (mín.)	Conforme declarado
Relação C/N (máx.)	20
Relação CTC/C mínima	Conforme declarado
Outros nutrientes	Conforme declarado

* Valores de Carbono orgânico (C) e Capacidade de troca catiônica (CTC) expressos em base seca
Fonte: IN DAS 61 (2020)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Este experimento foi desenvolvido na Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina. A compostagem foi realizada em composteiras construídas com paletes, um servindo de base e outros quatro definindo as paredes.

Cada composteira possuía 4 divisões internas para que cada tratamento tivesse 4 repetições. Estas foram revestidas com tela permeável, denominadas de células de compostagem. Cada célula possuía o volume de 317 L (Figura 2).

Figura 2- DIVISÕES EM CÉLULAS DAS COMPOSTEIRAS



FONTE: O Autor (2020).

A montagem das composteiras se deu manualmente e foram dispostas em cima de uma lona para fins de impermeabilização do solo, já que no pátio onde foram colocadas as composteiras não havia revestimento, apenas cobertura que protegia contra a incidência de raios solares e chuvas. Cada composteira possuía o volume de 1268 L.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

No processo de compostagem foram adicionados diversos resíduos como fonte de carbono, sendo eles poda de árvores, bagaço de cana-de-açúcar, carvão e a glicerina bruta, sendo essa última adquirida de uma usina produtora de biodiesel da região. As fontes de carbono utilizadas foram empregadas por possuírem a problemática do descarte e destinação final incorreta. A poda de árvore descartada em aterros sanitários, o bagaço de cana disposto a céu aberto, por outras vezes queimado e a glicerina somente quando purificada pode agregar valor comercial. O carvão, que é resíduo resultante da queima incompleta de madeira, foi fornecido por uma empresa da região, especializada em soluções ambientais para resíduos agroindustriais. Este carvão era proveniente da caldeira de abatedouro. A glicerina bruta, que se encontrava no estado líquido, foi incorporada ao carvão para evitar que ocorresse a sua lixiviação durante o processo.

Os demais resíduos utilizados na compostagem foram fornecidos por uma cooperativa de abate suíno da região e produtores de engorda de suínos. Estes resíduos orgânicos provenientes de agroindústrias são considerados altas fontes de nitrogênio, que se fazem necessárias no processo de compostagem. Dentre esses resíduos tem-se a farinha de suíno que é proveniente da sanitização de carcaças de animais que morreram por causas desconhecidas, portanto, faz-se necessário a esterilização das carcaças por meio de cremação.

Além da farinha, foram utilizados lodo de flotador e dejetos suínos. Este último é formado por fezes e urina e foi coletado em uma propriedade de fase de terminação de suínos. Além disso, utilizou-se o lodo de flotador, que é um resíduo resultante do tratamento físico-químico de efluentes industriais que pertencem a “linha-vermelha”, sendo esses caracterizados por serem compostos de sangue proveniente de abate.

A caracterização da porcentagem de Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK) e carbono orgânico total (COT) presentes nos resíduos orgânicos utilizados na compostagem pode ser observada na Tabela 4. Após a quantificação do COT e NTK calculou-se a relação C/N de cada resíduo.

Tabela 4- COT, NTK e relação C/N dos resíduos utilizados no processo de compostagem

Resíduos Orgânicos	COT (%)	NTK (%)	Relação C/N
Bagaço de Cana	55,20	0,24	230,00
Poda de árvore	53,00	0,30	177,00
Lodo de flotador	54,00	0,80	68,00
Farinha de suíno	51,30	9,15	6,00
Dejeto Suíno	23,10	3,40	7,00
Carvão	34,40	0,40	86,00
Glicerina Bruta	71,30	0,02	3.565,00

Fonte: O autor (2020)

3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A composição dos tratamentos foi designada através de diferentes quantidades de resíduos e diferentes concentrações da Glicerina Bruta na massa do material compostado (0; 1,5; 3,0; 4,5; e 6,0%). A mistura de resíduos se deu através da composição de carbono e nitrogênio de maneira a fixar a relação C/N de aproximadamente 26/1 para todos os tratamentos (Tabela 5). Os tratamentos foram denominados T0; T1; T2; T3 e T4 correspondendo respectivamente com as doses de Glicerina Bruta: 0; 1,5; 3; 4,5 e 6,0%.

Tabela 5 - Quantidade em massa natural dos resíduos orgânicos utilizados na compostagem

Resíduos Orgânicos (kg)	Concentração de Glicerina Bruta (%)				
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0
Bagaço de Cana	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Poda de árvore	15,00	17,00	16,00	15,00	14,00
Lodo de flotador	4,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Farinha de Suíno	6,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Dejeto	15,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Carvão	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Glicerina Bruta	0,00	0,80	1,62	2,39	3,20
Total Células (kg)	55	54	54	53	53
Relação C/N	26	26	26	26	26

De início, pesou-se os resíduos em balança digital para monitoramento da massa e posteriormente, foram dispostos em camadas nas composteiras. As camadas iniciaram-se com a poda de árvore, cujo objetivo era prevenir a lixiviação de resíduos mais úmidos. Em seguida, colocou-se o bagaço de cana seguido da farinha de suíno, bagaço de cana, lodo de flotador, glicerina bruta associada ao carvão (exceto nos tratamentos sem glicerina), poda de

árvores, lodo de flotor, dejetos suínos e por fim, o bagaço de cana novamente, para a prevenção da exposição dos resíduos.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DOS ADUBOS ORGÂNICOS OBTIDOS AO FINAL DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Os parâmetros foram avaliados no início e final do processo de compostagem, que durou aproximadamente 70 dias. Os parâmetros determinados foram: pH, condutividade elétrica, carbono, nitrogênio, relação C/N, fósforo, potássio e índice de germinação (IG).

3.4.1 pH e condutividade elétrica

Os valores de pH e condutividade elétrica foram determinados na solução desenvolvida através da amostra em suspensão em água destilada cuja proporção é dada em 1:5 (m/v). Para que fosse possível fazer a leitura foram utilizados potenciômetro de bancada e condutímetro de bancada (BRASIL, 2007).

3.4.2 Carbono Orgânico Total, Nitrogênio Total Kjeldhal e Relação C/N

Para que fosse possível a determinação de Carbono Orgânico Total (COT), as amostras foram secas a 105 °C e posteriormente levadas a um forno mufla dentro de cadinhos de porcelana, que foram previamente pesados e mantidos a uma temperatura de 550 °C durante um período de 4 h (CUNHA-QUEDA et al., 2003).

Para o nitrogênio, as amostras foram secas a 60 °C e em seguida moídas. Todos os resultados das análises foram corrigidos para a base seca (105 °C). Para realizar a digestão, utilizou-se um bloco digestor, capaz de promover a digestão total da matéria orgânica a base de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Após a extração da digestão foi possível determinar os valores de NTK utilizando-se o destilador de nitrogênio Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997). A relação entre C/N foi determinada pela razão COT e NTK (Equação 1).

$$\text{Relação C/N} = \text{COT/NTK} \quad (\text{Equação 1})$$

3.4.3 Potássio e Fósforo Total

Após a digestão da amostra em ácido perclórico, foi determinado o valor do Potássio Total (K) (EMBRAPA, 1999), com o auxílio de um fotômetro da marca Digimed, modelo

DM-62. O Fósforo Total (P) foi determinado por espectrometria (MALAVOLTA et al., 1997), com um equipamento da marca Femto, modelo 700 plus.

3.4.4 Índice de germinação (IG)

Para a análise do IG, proporções de 1:10 (m/v) de massa seca foram diluídas em água destilada para a preparação de extratos. Estes permaneceram em agitação por 24 h a 160 rpm.

Em placas de Petri, que continham papel filtro de celulose estrelizado duplo e sementes (*Lepidium sativum*), foram adicionados 3 mL dos extratos. As placas que continham as sementes foram incubadas a 25 °C por 48 h na ausência de luz em uma câmara de germinação (ZUCCONI et al., 1981).

Para usar como controle, 10 placas de Petri foram preparadas com água destilada e para cada tratamento foram utilizadas duas repetições. Para o cálculo do IG foram utilizados o produto da porcentagem de sementes viáveis, o número de sementes germinadas e o crescimento das raízes após 48 h (Equação 2).

$$IG (\%) = (NG_{ext} \cdot LR_{ext}) / (NG_{cont} \cdot LR_{cont}) \cdot 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

NG_{ext}= números de sementes germinadas no extrato.

NG_{cont}= número de sementes germinadas no controle.

LR_{ext}= comprimento médio das radículas do extrato.

LR_{cont}= comprimento médio das radículas no controle.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, onde foram utilizados cinco tratamentos e quatro repetições (divisão das composteiras em 4 partes), assim totalizando 20 unidades experimentais.

A Análise de Variância (ANOVA) foi utilizada com os dados referentes ao valor agrônomico do composto: pH, CE, COT, NTK, relação C/N, P, K e IG. Para as análises que posteriormente sofreram alguma interferência dos tratamentos na variável resposta, utilizou-se o teste de Tukey (p<0,05) para comparação das médias. Os dados foram analisados através do software estatístico STATISTIC 8.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 pH E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA NO INÍCIO E FINAL DA COMPOSTAGEM

O pH indica qual a condição do composto devido ao valor encontrado, podendo estar classificado como ácido, neutro ou alcalino. Quando ácido, pode ser tóxico às plantas e pode dificultar a absorção de nutrientes influenciando na eficácia da adubação (LUZ et al., 2002).

Os valores iniciais mais baixos, ficando em torno de 5 (Tabela 6), indicam que no início da decomposição o substrato se encontrava ácido (CHIARELOTTO, 2018). Isso pode ocorrer devido à composição da matéria orgânica, pois, tanto a matéria animal como a vegetal possuem uma natureza ácida, de modo que o composto inicial também se apresente desta maneira, facilitando a propagação de fungos e a degradação da lignina (GUERMANDI, 2015). Ao final do processo o composto tende a se neutralizar e alcançar valores alcalinos.

As características citadas acima foram constatadas durante o processo de compostagem (Tabela 6). Os valores iniciais mais baixos indicam o início da decomposição e os valores finais, mais altos, próximos à média 7, indicam a estabilização do composto.

Tabela 6 – Valores de pH e CE no início e final do processo de compostagem

Trat.	pH		CE (mS cm ⁻¹)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
T0	5,35±0,90 a	7,16±0,06 a	3,19±0,85 a	1,13±0,15 b
T1	4,67±0,18 ab	7,05±0,06 ab	3,61±0,88 a	1,16±0,09 b
T2	4,63±0,43 ab	6,99±0,09 ab	3,40±0,91 a	1,50±0,25 b
T3	4,29±0,28 b	6,84±0,09 b	2,05±0,82 a	1,35±0,13 b
T4	4,36±0,16 ab	6,94±0,22 ab	2,76±1,03 a	2,02±0,25 a

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com 5% de probabilidade.

Em comparação com os valores determinados para a legislação de fertilizantes orgânicos (Tabela 3), o valor mínimo de pH não é determinado, de forma a apresentar em sua embalagem o valor determinado ao fim do processo de compostagem.

Com relação à valores estatísticos, o tratamento T0 (7,16) não possui diferença estatística ($p > 0,05$) com os tratamentos T1, T2 e T4, com valores respectivos à 7,05; 6,99 e 6,94, diferindo apenas do tratamento T3. Resultados com valores semelhantes de pH alcalino no final do processo são encontrados também no trabalho de Cotta et al. (2015) que utilizaram como matéria orgânica resíduo vegetal; esterco bovino e serragem e Rodrigues et al. (2015) que aplicaram cama de frango, dejetos bovinos, lodo de flotor de frango e resíduo orgânico

doméstico e descarte de restaurante universitário. Além disso, avaliaram a qualidade do composto final. Os valores finais de pH de um composto dependem da matéria prima orgânica utilizada durante o processo de compostagem (SANTOS, 2007).

A condutividade elétrica se faz importante pois a sua presença no solo indica os níveis de fitotoxicidade, podendo inibir a germinação de sementes. Oposto ao pH, valores mínimos e máximos de condutividade elétrica não são impostos pela legislação. (MASSUKADO e SCHALCH, 2015). Porém, a literatura traz que, valores aceitáveis de CE para uso agrícola devem permanecer abaixo de 4 mS cm^{-1} (KIEHL, 2008).

No início do processo, todos os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si ($p>0,05$). Já no final do processo, os tratamentos T0, T1, T2 e T3 que apresentaram, respectivamente, os valores de 1,13; 1,16; 1,50 e 1,35 não obtiveram diferença significativa entre si ($p>0,05$). No entanto, o tratamento T4 apresentou diferença estatística em relação aos demais tratamentos. No início da compostagem, os valores de condutividade elétrica tendem a aumentar e isso pode estar relacionado com a perda de massa e a liberação de alguns sais devido a decomposição de material orgânico. Por outro lado, os valores tendem a cair no decorrer da compostagem, devido à perda de carbono que conseqüentemente influencia na concentração de sais (ABID e SAYADI, 2005).

4.2 COT, NTK E RELAÇÃO C/N NO INÍCIO E FINAL DA COMPOSTAGEM

De acordo com os valores de COT (Tabela 7), no início do processo, o tratamento T4 (50,90%) difere estatisticamente ($p<0,05$) apenas dos tratamentos T0, T1 e T2, com valores respectivos a 43,27; 42,61 e 44,66%. Já no final, T4 (43,41%) difere estatisticamente ($p<0,05$) dos tratamentos T0, T2 e T3, com valores respectivos a 33,58; 31,37 e 45,55%.

Tabela 7 – Valores de COT, NTK e Relação C/N no início e final da compostagem

Trat.	COT (%)		NTK (%)		Relação C/N	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T0	43,27±3,62 b	33,58±1,94 b	2,00±0,51 a	2,77±0,21 a	22,83±6,61 a	12,15±0,82 a
T1	42,61±1,42 b	37,26±1,75 ab	1,85±0,48 a	3,18±0,84 a	23,94±4,66 a	12,20±2,41 a
T2	44,66±3,09 b	31,37±6,65 b	1,74±0,48 a	2,78±0,20 a	26,82±6,04 a	11,47±3,17 a
T3	47,97±2,80 ab	35,15±2,63 b	1,64±0,31 a	2,92±0,19 a	29,25±11,25 a	12,10±1,46 a
T4	50,90±0,73 a	43,41±1,43 a	2,31±0,26 a	3,56±0,46 a	22,22±2,68 a	12,28±1,08 a

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com 5% de probabilidade.

Valores semelhantes aos encontrados neste trabalho, também são observados no trabalho de Silva (2007), onde a compostagem foi feita com diferentes porcentagens de resíduos industriais, sendo eles: resíduo de incubatório de ovos, resíduo ruminal de bovinos, lodo de flotador, lodo de lagoa anaeróbica, cinza remanescente de caldeira e resíduos da pré limpeza de cereais. Oliveira (2014) também obtiveram valores semelhantes e utilizaram para a compostagem resíduo de incubatório, lodo de flotador, cama de matrizeiro, tripa celulósica (que envolve a salsicha) e carvão remanescente de caldeira.

Os valores de NTK (Tabela 7), não diferem estatisticamente entre os tratamentos ($p > 0,05$) tanto no início como no final do processo. Costa et al. (2005) que no seu trabalho utilizaram carcaça de ave e cama de aviário, obtiveram valores semelhantes aos deste trabalho, assim como também no trabalho de Oliveira (2014) que aplicaram resíduos agroindustriais. O aumento no valor de N final pode ser explicado pela perda de massa durante a compostagem causada pelo consumo de C pelos microorganismos, ou então pela pouca volatilização de N durante e a fase termofílica da compostagem (MATOS et al., 1998; LIANG et al., 2006).

A relação C/N influencia na qualidade do composto final de maneira que, se os valores forem muito altos podem afetar a fermentação e se os valores forem baixos demais podem favorecer a perda de nitrogênio, o que pode acabar influenciando na retenção de nutrientes (PEREIRA NETO, 1996; SILVA, 2007).

Comparando valores no início do processo de compostagem, todos os tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4, com valores respectivos à 22,83; 23,94; 26,82; 29,25 e 22,22 apresentaram resultados que não diferem entre si ($p > 0,05$). Da mesma maneira ocorreu ao final do processo, quando os valores dos tratamentos decaíram até chegarem a 12,15; 12,20; 11,47; 12,10 e 12,28, respectivamente. A diminuição dos valores da relação C/N se devem à perda gradual de carbono, durante a decomposição, em forma de CO_2 , pois o carbono é perdido mais facilmente do que os demais nutrientes (BRITO, 2006). Valores semelhantes aos encontrados nesse trabalho podem ser visualizados nos trabalhos de Silva (2007) e Oliveira (2014).

Com relação à legislação (Tabela 3), o valor mínimo para a concentração de COT é de 15%, portanto, os resultados encontrados no trabalho se enquadram nos padrões da legislação. Do mesmo modo acontece para o NTK, onde todos os dados estão acima de 0,5%, valor mínimo exigido. Quanto a relação C/N, o valor máximo exigido é de 20, estando, portanto, os valores dentro do estipulado.

4.3 POTÁSSIO E FÓSFORO TOTAL NO INÍCIO E FINAL DA COMPOSTAGEM

O potássio (K) e fósforo (P) são nutrientes importantes para a fertilização do solo. O P se torna necessário quando se trata de cultivo de sementes, pois é responsável pelo desenvolvimento aéreo das plantas (SILVA et al., 2015). Já o K influencia no uso de água pela planta (LIM et al., 2014.). No início do processo, as médias iniciais de potássio dos tratamentos não diferiram entre si ($p>0,05$) (Tabela 8). Ao final do processo, apenas o tratamento T4 difere estatisticamente dos demais tratamentos.

Tabela 8 – Valores de potássio e fósforo no início e final do processo de compostagem

Trat.	Potássio (mg kg ⁻¹)		Fósforo (mg kg ⁻¹)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
T0	5355±824 a	3661±187 b	1877±873 a	2640±230 a
T1	5739±1621 a	4105±304 b	1996±632 a	1987±644 ab
T2	6079±1123 a	4186±433 b	1680±325 a	1636±253 bc
T3	5848±520 a	3849±233 b	1614±459 a	1929±183 ab
T4	4571±1064 a	5219±509 a	223,8±56 b	905±248 c

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com 5% de probabilidade.

Os valores de potássio decaíram, assim como citado por Chiarelto et al. (2018), que para o experimento utilizaram resíduos industriais como por exemplo poda de árvore urbana, invólucro de embutido e carvão, resíduo de incubatório, lodo de flotador e cinza remanescente de caldeira. Isso pode ocorrer devido à facilidade em que esse nutriente possui para a solubilização em água, podendo ser perdido por lixiviação (COSTA et al., 2016).

Em relação às médias de fósforo, no início do processo de decomposição, os tratamentos T0, T1, T2, e T3 não diferiram estatisticamente entre si ($p>0,05$), tendo valores de média de 1877; 1996; 1680 e 1614 respectivamente, apenas o T4 diferiu estatisticamente em relação aos demais. Já ao final do processo, T0 é igual a T1 e T3, portanto não diferem estatisticamente entre si ($p>0,05$), porém é diferente de T2 e T4.

A maioria dos valores de fósforo aumentaram durante o processo de compostagem, diferente do que pode ser analisado no trabalho de Carneiro (2012) que utilizou resíduo de incubatório, lodo de flotador, cinza e carvão remanescente de caldeira, resíduo de limpeza e pré-limpeza de grãos, fração sólida de dejetos suíno e fração sólida do resíduo da lavagem de caminhões (transporte de aves). Isso pode ser caracterizado pela composição dos materiais a serem compostados, ou seja, quanto mais matéria orgânica mais completo o composto final.

Com relação à valores ideais, não é especificado na legislação (Tabela 3). Nos solos brasileiros, o fósforo é encontrado em poucas quantidades, podendo ser explicado por estarem localizados em região de trópico, o que influencia na fertilidade de solo e na disponibilidade de P (NETO et al., 2011).

4.4 ÍNDICE DE GERMINAÇÃO

O índice de germinação se caracteriza como um critério de avaliação de maturidade do composto final, avaliando a toxicidade da colheita (KARAK et al, 2016). Tanto no início como no final, todos os valores não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9 – Valores de índice de germinação (IG) início e final do processo de compostagem

Trat.	Inicial	Final
T0	57,13±7,70 a	145,10±31,60 a
T1	50,67±11,86 a	152,10±27,70 a
T2	61,39±12,98 a	140,03±13,54 a
T3	45,01±5,55 a	151,60±25,90 a
T4	50,25±14,26 a	139,41±14,10 a

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com 5% de probabilidade.

Houve um aumento do IG no final do processo se comparado aos valores iniciais. Isso foi observado por Huang et al. (2004) que utilizaram esterco de porco e serragem para a compostagem e Karak et al. (2016) que aplicaram esterco de vaca, resíduos sólidos municipais, sedimento de lagoa de beira da estrada, lodo de curtume e cabelo humano.

Quanto à legislação, valores ideais não são especificados, porém Karak et al. (2016) citam que valores acima de 65% são ideais para o desempenho das sementes. É documentado que valores muito baixos de IG podem caracterizar um substrato extremamente tóxico para as plantas. Por isso, quanto mais altos forem ao final do processo de compostagem, menor a fitotoxicidade para as plantas e melhor a qualidade do composto orgânico (YOUNG et al, 2016; FEHMBERGER, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O composto final formado apresentou características favoráveis ao uso agrícola em relação ao pH, condutividade elétrica, valores de COT, NTK e relação C/N. Além disso, os

valores do índice de germinação permitem avaliar um bom desempenho do composto como adubo orgânico. Esses resultados podem estar relacionados à adição de glicerina bruta ao processo de compostagem, cujo objetivo, além da reutilização do produto, é fornecer um composto final estabilizado e de melhor qualidade.

Sobre a compostagem, há uma grande importância econômica em relação à reciclagem de resíduos que seriam descartados, por muitas vezes de maneira incorreta. Além disso este processo é capaz de produzir um composto orgânico estabilizado e livre de patógenos, podendo ser utilizado como adubo orgânico.

REFERÊNCIAS

- ALOISIO, C. M. **Processo de humificação na compostagem de resíduos orgânicos agroindustriais associados a glicerina bruta**. 2018. 66. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Bioprodutos Agroindustriais, Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2018.
- ANDRADE, R. M. de; FERREIRA, J. A. A gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 6, n. 1, p. 7-22, 2011.
- ARTHURSON, V. Proper Sanitization of Sewage Sludge: a critical issue for a sustainable society: a Critical Issue for a Sustainable Society. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 74, n. 17, p. 5267-5275, 2008.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT NBR 10004: Resíduos Sólidos-Classificação**. Rio de Janeiro RJ, 2004.
- ABID, N.; SAYADI, S. Detrimental effects of olive mill wastewater on the composting process of agricultural wastes. **Waste Management**, v. 26, n. 10, p. 1099-1107, 2006.
- BARREIRA, L. P.; JUNIOR, A. P. **A problemática dos resíduos de embalagens de agrotóxicos no Brasil**. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 2002.
- BORGES, W. L.; GARCIA, J. P.; MATTOS, B. B.; POLIDORO, J. C.; TEIXEIRA, P. C. Eficiência de farinha de ossos calcinada, em formulações organominerais, para o feijão-caupi. In: Embrapa Amapá-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 5. Sustentabilidade e inovações tecnológicas para o feijão-caupi: desafios e perspectivas: **Anais**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará: Embrapa Meio-Norte. p. 1-5., 2019.
- BORINI, R. Q. **Tratamento de dejetos suíno com o emprego de compostagem**. 2017. 10 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária), Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa No 61, de 08 de julho de 2020. **Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e**

rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura.

Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 julho 2020. Seção 1. p. 5.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa No 17, de 21 de maio de 2007. **Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 maio 2007. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos Industriais.** 2018. Disponível em: <https://sinir.gov.br/tipos-de-residuos/residuos-industriais>. Acesso em: 23 maio 2020.

BRASIL. Constituição (1988). Lei nº 12.305, de 12 de fevereiro de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília, 02 set. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 23 maio 2020.

BRASIL. Constituição (1980). Lei nº 6894, de 16 de dezembro de 1980. S.1, 16 dez. 1980. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1980-1988/L6894.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%206.894%2C%20DE%2016%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201980.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20inspe%C3%A7%C3%A3o%20e,agricultura%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.. Acesso em: 09 maio 2020.

BRITO, L. M. **Compostagem para a agricultura biológica.** Manual de Agricultura Biológica-Terras de Bouro. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC, p. 1-21, 2006.

BUDZIAK, C. R.; MAIA, C. M. B. F.; MANGRICH, A. S. Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira. **Química Nova**, v. 27, n. 3, p. 399-403, jun. 2004.

CAMPESTRINI, E. Farinha de Carne e Ossos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 4, p. 221-234, ago. 2005.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 171-180, jun. 2012.

CARNEIRO, L. J. **Compostagem de resíduos agroindustriais: revolvimento, inoculação e condições ambientais.** 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Engenharia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

CASAGRANDE, M. C.; SARTOR, M. N.; GOMES, V.; DELLA, V. P.; HOTZA, D.; OLIVEIRA, A. P. N. Reaproveitamento de resíduos sólidos industriais: processamento e aplicações no setor cerâmico. **Cerâmica Industrial**, v. 13, n. 1/2, p. 34-42, 2008.

CHIARELOTTO, M. **Compostagem como alternativa no tratamento de resíduos orgânicos domiciliares urbanos.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

CHIARELOTTO, M. **Redução do tempo de compostagem de resíduos agroindustriais: efeito nos parâmetros de controle e na qualidade do composto final.** 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2018.

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

COSTA, M. S. S. de M.; CARNEIRO, L. J.; COSTA, L. A. de M.; PEREIRA, D. C.; LORIN, H. E. F. Composting time reduction of agro-industrial wastes. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 6, p. 1206-1217, dez. 2016.

COSTA, M. S. S. de M.; COSTA, L. A. de M.; OLIBONE, D.; RÖDER, C.; BURIN, A.; KAUFMANN, A. V.; ORTOLAN, M. L. Efeito da aeração no primeiro estágio da compostagem de carcaça de aves. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 549-556, ago. 2005.

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

CUNHA-QUEDA, A.C.F., VALLINI, G., BRUNO DE SOUSA, R.F.X., ALMEIDA DUARTE, E. C. N. F. **Estudo da evolução de atividades enzimáticas durante a compostagem de resíduos provenientes de mercados horto-frutícolas**. Anais do Instituto Superior de Agronomia, p.193-208, 2003.

DALMASO, A. C.; FERREIRA, V.B.; MOUSQUER, C. J.; CASTRO, W. J. de; SILVA FILHO, A. S.; SIMIONI, T.A.; HOFFMAN, A.; FERNANDES, G. A. Glicerina bruta de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Pubvet**, v. 8, n. 12, p. 1416-1550, jun. 2014.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: CEMPRE, 2000.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. de O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem.: vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, v. 36, n. 5, p. 640-645, 2013.

DUMROESE, R. K.; HEISKANEN, J.; ENGLUND, K.; TERAHAUTA, A. Pelleted biochar: chemical and physical properties show potential use as a substrate in container nurseries. **Biomass and Bioenergy**, v. 35, n. 5, p. 2018-2027, jan. 2011.

EMBRAPA SOLOS, EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1999.

FEHMBERGER, C.; SANTOS, F. T. dos; ALOISIO, C. M.; HERMES, E.; ZENATTI, D. C.; BAUTITZ, I. R. Effectiveness of incorporation of crude glycerin as a source of labile carbon in the composting of poultry production residues. **Journal of Cleaner Production**, v. 251, p. 119739, abr. 2019.

FERREIRA, A. G.; BORBA, S. N. de S.; WIZNIEWSKY, J. G. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 8, p. 307, abr. 2013.

- FOGAÇA, A. M. **Aplicação de biochar e impacto na qualidade física do solo e características morfofisiológicas do eucalipto**. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.
- FORMENTINI, E. A. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória: Incaper, 2008. 27 p.
- GARCIA, N. N.; DEVENS, K. U.; OLIVEIRA, D. L. do A.; CONSOLIN FILHO, N.; GONÇALVES, M. S. Toxicidade do Lodo de Flotador de Abatedouro de Aves e seu Biochar em Alface. In: Congresso Técnico Científico De Engenharia E Da Agronomia, 1. **Anais...** Foz do Iguaçu: Congresso Técnico Científico de Engenharia e da Agronomia, 2016. p. 1-5.
- GARCIA, N. N. **Uso do lodo de flotador de abatedouro de aves na produção de biochar**. 2016. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.
- GOUVEIA, E. R.; NASCIMENTO, R. T. do; SOUTO-MAIOR, A. M.; ROCHA, G. J. de M. Validação de metodologia para a caracterização química de bagaço de cana-de-açúcar. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1500-1503, 2009.
- GUERMANDI, J. I. **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos fertilizantes orgânicos produzidos pelas técnicas de compostagem e vermicompostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos coletada em estabelecimentos alimentícios de São Carlos/SP**. 2015. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo.
- HUANG, G.F.; WONG, J.W.C; WU, Q.T.; NAGAR, B.B. Effect of C/N on composting of pig manure with sawdust. **Waste Management**, v. 24, n. 8, p. 805-813, jan. 2004.
- JUCÁ, J. F. T. Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. In: congresso brasileiro de geotecnia ambiental, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Regeo, 2003. p. 1-33.
- KARAK, T.; KUTU, F. R.; PAUL, R. K.; BORA, K.; DAS, D. K.; KHARE, P.; DAS, K.; DUTTA, A. K.; BORUAH, R. KR. Co-composting of cow dung, municipal solid waste, roadside pond sediment and tannery sludge: role of human hair. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 14, n. 3, p. 577-594, 2016.
- KIEHL, E. J. **Adubação orgânica - 500 perguntas e respostas**. Piracicaba, SP. 2008.
- LACERDA, J. J. J.; SILVA, D. R. G. **Fertilizantes orgânicos: usos, legislação e métodos de análise**. 96. ed. Lavras: Ufla, 2014. 90 p.
- LIANG, Y.; LEONARD, J.J; FEDDES, J. J. R.; MCGILL, W.B. Influence of carbon and buffer amendment on ammonia volatilization in composting. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 5, p. 748-761, 2006.
- LIM, P. N.; WU, T. Y.; CLARKE, C.; DAUD, N. N. N. A potential bioconversion of empty fruit bunches into organic fertilizer using *Eudrilus eugeniae*. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 12, n. 8, p. 2533-2544, 2014.
- LUZ, MJ da S.; FERREIRA, G. B.; BEZERRA, J. R. C. **Adubação e correção do solo: procedimentos a serem adotados em função dos resultados da análise do solo**. Embrapa Algodão-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARTINS, N. F. Modelo de composteiras orgânicas na Gestão Ambiental domiciliar. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 6, n. 1, p. 29-36, jan. 2012.

MASSUKADO, L. M.; SCHALCH, V. Avaliação da qualidade do composto proveniente da compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares. **Rev. Dae**, v. 183, 2015.

MATOS, A. T. de; VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; RIBEIRO, M. F. Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 199-203, 1998.

MEIRA, A. M. de. **Gestão de resíduos da arborização urbana**. 2010. 18 f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, dez. 2002.

MIYAZAWA, M.; BARBOSA, G. M. de C. **Dejeto líquido de suíno como fertilizante orgânico: método simplificado**. 84. ed. Londrina: Instituto Ambiental do Paraná, 2015.

MONTEIRO, J. A. V. Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 56, n. 56, p. 1-7, 07 jun. 2016.

NÓBREGA, Í. P. C. **Efeitos do Biochar nas propriedades físicas e químicas do solo: sequestro de carbono no solo**. 2011. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

OLINTO, F. A.; ANDRADE, F. D. de; SOUSA JÚNIOR, J. R. de; SILVA, S. S. da; SILVA, G. D. da. COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 40-44, dez. 2012.

OLIVEIRA, A. M. G.; DE AQUINO, A. M.; CASTRO NETO, M. T. de. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico**. Embrapa Agrobiologia-Circular Técnica, 2005.

OLIVEIRA, J. S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.C. de; MULLER, M. D. Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 509-512, mar. 2013.

OLIVEIRA, L. R. de; ARAUJO, P. L.; SOSINSKI, L. T. W. **Diagnostico preliminar para gerenciamento de resíduos comuns na Embrapa Clima Temperado**. Embrapa Clima Temperado-Documentos, 2016.

OLIVEIRA, P. A. V. de. **Produção e manejo de dejetos de suínos. A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, p. 164-177, 2001.

OLIVEIRA, P. D. de C. de. **Compostagem de resíduos agroindustriais em leiras com diferentes fontes de carbono**. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

OLIVEIRA, T. B. de; GALVÃO JUNIOR, A. de C. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 55-64, mar. 2016.

PAIXÃO, C. P. da C.; BEZERRA, V. F. G. **Proposta de potencial utilização dos resíduos de poda urbana pela técnica da compostagem no município de Belém-PA**. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

PEREIRA, J. A. R. **Geração de resíduos industriais e controle ambiental**. Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará. Pará, 2002.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Belo Horizonte. UNICEF. 1996. 56p.

PIRES, A. J. V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. de C.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SILVA, F. F. da; SILVA, P. A.; ÍTAVO, L. C. V. Degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 1071-1077, ago. 2004.

PRIMO, D. C.; FADIGAS, F. de S.; CARVALHO, J. C. R.; SCHMIDT, C. D. S.; BORGES FILHO, A. C. S. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos de fumo. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7, p. 742-746, jul. 2010.

REBOLLIDO, R.; MARTÍNEZ, J.; AGUILERA, Y.; MELCHOR, K.; KOERNER, I.; STEGMANN, R. Microbial populations during composting process of organic fraction of municipal solid waste. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 6, p. 61-67, 2008.

RESTREPO, J. C. P. S. **Codigestão anaeróbia de lodo de flotor do abate de frangos e caldo de cana-de-açúcar**. 2019. 64 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

REZENDE, L. P.; ALMEIDA, F. da S.; CHAVES, S. da S.; PEREIRA, A. de M.; FIGUEIREDO, J. F.; GOMES, S. C. S. Sustentabilidade: evitando a produção do lixo doméstico e contribuindo para o meio ambiente. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 814, 16 nov. 2016.

RODRIGUES, A. C.; FRANÇA, J. R.; SILVEIRA, R. B. da; SILVA, R. F. da; DA ROS, C. O.; KEMERICH, P. D. da C. Compostagem de resíduos orgânicos: eficiência do processo e qualidade do composto. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 759-770, 2015.

ROCHA JUNIOR, C. A. F.; SANTOS, S. C. A.; SOUZA, C. A. G.; ANGÉLICA, R. S.; NEVES, R. F. Síntese de zeólitas a partir de cinza volante de caldeiras: caracterização física, química e mineralógica. **Cerâmica**, v. 58, n. 345, p. 43-52, mar. 2012.

ROMUALDO, A. C.; COSTA, L. V.; FERNANDES, L. T.; DROGOMIRECKI S. A riqueza dos resíduos domésticos e industriais. **Anuário de Produções Acadêmico-científicas dos discentes da Faculdade Araguaia**, v. 5, n. 1, p. 21-27, 2016.

ROSA, L. O.; SOUZA, T. P. de; OLIVEIRA, V. F. de; CORRÊA, L. B.; CORRÊA, É. K. Valorização dos resíduos orgânicos do setor de hortifrutigranjeiro pelo processo de compostagem doméstica. *Semioses*, v. 13, n. 2, p. 1-12, 10 jun. 2019.

SANCHES, C. **Automação de Fábrica de Farinha e Óleo Animal**. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação), Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.

SANTOS, J. L. D. **Caracterização físico-química e biológica em diferentes laboratórios de produtos obtidos a partir da compostagem de resíduos orgânicos biodegradáveis**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada), Universidade do Porto, Porto, 2007.

SEGANFREDO, M. A. Os dejetos de suínos são um fertilizante ou um poluente do solo? *Cadernos de Ciências & Tecnologia*, Brasília, v. 16, n. 3, p. 129-141, dez. 1999.

SENA, R. F. de. **Avaliação da Biomassa Obtida pela Otimização da Flotação de Efluentes da Indústria de Carnes para a Geração de Energia**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SEQUINEL, R. **Caracterização físico-química da glicerina proveniente de usinas de biodiesel e determinação de metanol residual por CG com amostragem por Headspace estático**. 2013. 104 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2013.

SILVA, A. C. M.; OLIVEIRA, A. N. de; SANTOS, A. C. dos; ANJOS, S. S. N. dos; ROSADO, T. B.; CANÇADO, L. J. Biofertilizantes e Entraves na Legislação Brasileira. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia e Inovação de Biodiesel, 7., 2019, Florianópolis. **Congresso**. 2019. p. 846-847.

SILVA, B. M. da; BENETTI, F.; REZENDE, M. O. O. Comparative Study of Glyphosate and AMPA Determination in Environmental Samples by Two Green Methods. *Oalib*, v. 02, n. 06, p. 1-11, 2015.

SILVA, J. P. **Adubação orgânica**. Brasília-DF: Ageitec, Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2012. 2p.

SILVA, L. N. da. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais**. 2007. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2007.

SILVA NETO, R. R. da; MOYA, M. T. M.; ORTOLAN, C. H. S. Compostagem dos resíduos orgânicos da FCT/UNESP em leira convencional. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 12, 2011.

SILVA, R. L. M. da. **Influência da Granulometria no Processo de Compostagem de Resíduos Sólidos Vegetais**. 2017. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

SILVA, V. L. M. M.; GOMES, W. C.; GOMES, W. C. Utilização do bagaço de cana de açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 27-32, abr. 2007.

- SILVA, C. A. da; ANDREOLI, C. V. Compostagem como alternativa a disposição final dos resíduos sólidos gerados na CEASA Curitiba/PR. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 2, p. 27-40, jul. 2010.
- SIMÕES NETO, D. E.; OLIVEIRA, A. C. de; ROCHA, A. T. da; FREIRE, F. J.; FREIRE, M. B. G. dos S.; NASCIMENTO, C. W. A do. Níveis críticos de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar em Pernambuco. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 58, n. 6, p. 802-810, dez. 2011. FapUNIFESP (SciELO).
- SOUSA, R. B.; SANTOS, R. A. R. dos; PEDROZA, T. L.; ARAÚJO, M. N. P.; DUARTE, C. R.; PEREIRA, F. M. M.; BARROSO, M. das D. B.; TEÓFILO, E. T. Alternativas de aproveitamento de resíduos industriais para fabricação de refratários. **Brazilian Applied Science Review**, v. 3, n. 5, p. 2182-2189, 2019.
- SOUZA, C. de F.; CARVALHO, C. da C. S.; CAMPOS, J. A.; MATOS, A. T.; FERREIRA, W. P. M. Caracterização de dejetos de suínos em fase de terminação. **Revista Ceres**, v. 56, n. 2, p. 128-133, 2009.
- SOUZA, L. **Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano**. 2019. Desenvolvida por AgênciaBrasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano>. Acesso em: 22 maio 2020.
- TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adução orgânica de hortaliças e frutíferas**. Campinas: IAC, 2013.
- VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JUNIOR, B.; CABRERA, B. R.; MORAES, P.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 224, p. 59-85, 17 set. 2008.
- VEDOVATO, M.; SOARES, M. T. S.; MAEDA, S. Estimativa de nitrogênio, fósforo e potássio em dejetos líquidos de suínos via densidade e matéria seca. In: Embrapa Florestas- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 6. 2019, Florianópolis. **Anais**. Concórdia: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2019. 4 p., 2019.
- VIEIRA, G. de A. **Gerenciamento de resíduos na indústria de mineração: um estudo de caso no município de Parelhas/RN**. 2019. 17f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Currais Novos, 2019.
- YOUNG, B. J.; RIZZO, P. F.; RIERA, N. I.; TORRE, V. D.; LÓPEZ, V. A.; MOLINA, C. D.; FERNÁNDEZ, F. E.; CRESPO, D. C.; BARRENA, R.; KOMILIS, D.; SÁNCHEZ, A. Development of phytotoxicity indexes and their correlation with ecotoxicological, stability and physicochemical parameters during passive composting of poultry manure. **Waste Management**, v. 54, p. 101-109, ago. 2016.
- ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C.; COLDEBELLA, A.; KICH, J. D.; AJALA, I. C. **Utilização do flotado industrial de frigorífico na produção de farinha mista suína destinada ao uso em rações para frangos de corte e suínos**. In: Coldebellla, A; Scheuermann, G. N. Relatório dos Projetos Concluídos. Embrapa, Concórdia, 2009, p. 17 – 28.

ZUCCONI F., PERA A., FORTE M., De BERTOLDI M. Evaluating toxicity of immature compost. **BioCycle**, v.22, n. 2, p. 54–57, 1981.

WOJAHN, G. T. **Proposta de um modelo de compostagem coletiva para um condomínio residencial em Lajeado – RS**. 2016. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2017.