

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

WILLIAN CUCCHI BOTTIN

**USO DE COMPOSTO PROVENIENTE DE DEJETOS BOVINO NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS NATIVAS**

**FRANCISCO BELTRÃO
2021**

WILLIAN CUCCHI BOTTIN

**USO DE COMPOSTO PROVENIENTE DE DEJETOS BOVINO NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS NATIVAS**

Use of compost from bovine manure in the development of native seedlings

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Naimara Vieira do Prado

Coorientador(a): Prof^ª. Msc. Izadora Consalter Pereira

**FRANCISCO BELTRÃO
2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

WILLIAN CUCCHI BOTTIN

**USO DE COMPOSTO PROVENIENTE DE DEJETOS BOVINO NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS NATIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

23 de novembro de 2021

Naimara Vieira do Prado

Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Izadora Consalter Pereira

Doutoranda em Engenharia Civil (Saneamento e Recursos Hídrico)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Priscila Soraia da Conceição Ribeiro

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
(SMARH)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**FRANCISCO BELTRÃO
2021**

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao meu pai Adriano Bottin, minha mãe Ortenila Cucchi Bottin e minha irmã Paula Politta pelo amor, incentivo e apoio emocional.

À Karla Faust Teixeira, pelo amor, companheirismo, incentivo e apoio em momentos difíceis, obrigado por fazer parte da minha vida!

A meus amigos da “*Turma do Funil S/A*”, que caminharam junto ao longo destes anos, agradeço pelos momentos compartilhados, que tornaram esta caminhada mais leve e alegre. Amizades que levarei para a vida toda.

A meus amigos João Victor Araujo Pinto e Mario Celeski Jr. os quais fazem parte da minha vida desde os primeiros anos de escola. Aos amigos que conquistei durante a graduação em especial a Maria Luiza Kock, Marina Maira Salmoria e Maria de Fátima Longo pela amizade e por disponibilizar o resíduo. Aos outros não citados aqui, mas que inúmeras vezes me deram forças para seguir em frente nas conquistas ao longo desses anos.

Agradecer grandemente também aos colegas de estágio do Departamento de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Marmeleiro, pela amizade construída no convívio e também as experiências trocadas que contribuíram para meu crescimento profissional.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão, pela oportunidade de realizar o curso de graduação.

À Professora Naimara Vieira do Prado, que se mostrou não apenas como orientadora, mas também como amiga e ofereceu suporte técnico-científico, incentivo para a execução deste projeto e pelas suas correções.

À Professora Izadora Pereira Consalter, pela co-orientação, pelo suporte técnico-científico e incentivo para a execução do projeto.

À Professora Priscila Soraia da Conceição, pelo suporte técnico-científico e incentivo para a execução do projeto.

À Professora Denise Andreia Szymczak, por disponibilizar o paquímetro para as análises fitomorfológicas. formação, apoiando e incentivando e com certeza continuarão presentes em minha vida!

Aos demais professores do curso de Engenharia Ambiental, que proporcionaram uma bagagem de conhecimento de excelente qualidade.

RESUMO

BOTTIN, Willian Cucchi. **Uso de composto proveniente de dejetos bovino no desenvolvimento de mudas nativas** 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, Brasil, 2021.

Após a intensificação das atividades antrópicas, houve um aumento significativo na geração de resíduos sólidos, e este, aliado ao descarte incorreto, tem causado poluição no ambiente. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo tratar os dejetos da produção de bovinos com poda urbana, por meio da técnica da compostagem, transformando um problema ambiental em um condicionador de solo rico em nutrientes. O desenvolvimento da compostagem foi realizado no município de Francisco Beltrão – PR. Na avaliação do experimento, para verificar o desenvolvimento do processo de compostagem, foram realizadas análises de temperatura, pH, teor de água, sólidos totais e carbono orgânico total. Após o término da compostagem, o composto obtido foi avaliado qualitativamente no desenvolvimento de mudas nativas de *Allophylus edulis* (vacum), pelo período de 51 dias, em diferentes concentrações de composto, substrato comercial e solo, os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: T1: 100% solo; T2 – 25% composto e 75% solo; T3 – 10% composto e 90% solo; T4 – 50% composto e 50% solo; T5 – 5% composto 5% substrato comercial e 90% solo; T6 – 100% composto; e T7 - 100% substrato comercial. Para avaliar o desenvolvimento das mudas, verificou-se as características fitomorfológicas, altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca de raiz e índice de Dickson. A partir dos valores médios obtidos, não foi possível detectar diferenças significativas na altura, diâmetro e Índice de Dickson para os tratamentos avaliados. Isso indica que foi possível obter um composto inerte a partir do resíduo de bovinocultura e poda urbana, que proporcionou desempenho similar ao do substrato comercial ao ser aplicado em mudas de *Allophylus edulis*.

Palavras-Chave: Compostagem. Resíduo Sólido. *Allophylus edulis*. Produção de mudas.

ABSTRACT

BOTTIN, Willian Cucchi. **Use of compost from bovine manure in the development of native seedlings.** 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, Brasil, 2021.

After the intensification of human activities, there was a significant increase in the generation of solid waste, and this, combined with incorrect disposal, has caused pollution in the environment. In this context, this work aimed to treat waste from cattle production with urban pruning, using the compost technique, transforming an environmental problem into a nutrient-rich soil conditioner. The development of composting was carried out in the city of Francisco Beltrão – PR. In the evaluation of the experiment, to verify the development of the composting process, analyzes of temperature, pH, water content, total solids and total organic carbon were carried out. After the end of composting, the compost obtained was qualitatively evaluated in the development of native seedlings of *Allophylus edulis* (vacum), for a period of 51 days, in different concentrations of compost, commercial substrate and soil, the treatments were distributed as follows: T1 : 100% soil; T2 – 25% compost and 75% soil; T3 – 10% compost and 90% soil; T4 - 50% compost and 50% soil; T5 - 5% compost 5% commercial substrate and 90% soil; T6 - 100% composite; and T7 - 100% commercial substrate. To evaluate the development of the seedlings, the phytomorphological characteristics, height of the aerial part, diameter of the stem, root dry mass and Dickson index were verified. From the mean values obtained, it was not possible to detect significant differences in height, diameter and Dickson Index for the evaluated treatments. This indicates that it was possible to obtain an inert compost from bovine waste and urban pruning, which provided performance similar to that of the commercial substrate when applied to *Allophylus edulis* seedlings.

Keywords: Composting. Solid waste. *Allophylus edulis*. Seedling production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do município de Francisco Beltrão- PR	16
Figura 2 - Pilhas de compostagem montadas	17
Figura 3 - Composto maturado e peneirado	18
Figura 4 - Distribuição espacial dos tratamentos.....	20
Figura 5 - Plantas daninhas e estufa.	22
Figura 6 - Aferição de altura e diâmetro de colete	23
Figura 7 - Procedimento para obtenção de MSR e MSPA.....	24
Figura 8 - Gráfico do perfil médio das temperaturas aferidas durante o processo de compostagem.....	25
Figura 9 - Gráfico do perfil médio de pH durante o processo de compostagem	27
Figura 10 - Gráfico do perfil médio de umidade durante o processo de compostagem.....	28
Figura 11 - Gráfico do perfil médio de sólidos fixos (SV) e sólidos voláteis (SF) durante o processo de compostagem.....	29
Figura 12 - Gráfico do perfil médio de carbono orgânico total (COT) durante o processo de compostagem.....	30
Figura 13 - Valores médios de IQD por tratamento	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise Química do Solo.....	21
Tabela 2 - Análise Química do Composto Orgânico	31
Tabela 3 - Altura Média das Plantas em Cada Tratamento, por Período de Análise.	32
Tabela 4 - Diâmetro do Coleto Médio das Plantas em Cada Tratamento, por Período de Análise.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo geral.....	6
2.2 Objetivos específicos.....	6
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3.1 Resíduos sólidos.....	7
3.2 Compostagem.....	8
3.3 Fatores Que Alteram O Processo De Compostagem.....	9
3.3.1 Teor de água.....	9
3.3.2 Aeração.....	9
3.3.3 Temperatura.....	10
3.3.4 Relação carbono/nitrogênio (C/N).....	11
3.3.5 pH.....	11
3.3.6 Granulometria.....	12
3.4 Resíduo do confinamento bovino e seus impactos.....	12
3.5 Poda urbana.....	13
3.6 Produção de mudas.....	13
3.6.1 <i>Allophylus edulis</i> (Vacum).....	14
3.6.2 Substrato.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 Caracterização do local.....	16
4.2 Montagem das pilhas.....	17
4.3 Análises físico-químicas da compostagem.....	18
4.4 Produção de mudas.....	20
4.5 Análises fitomorfológica do vacum.....	22
4.6 Análises estatística.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5.1 Análises físico-químicas da compostagem.....	25
5.2 Análise fitomorfológica das mudas.....	31
6. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico e demográfico se acentuou após o êxodo rural no ano de 1970 e gerou uma crise ambiental causada pelas ações antrópicas. Com esta expansão, houve o aumento da geração dos mais variados tipos resíduos e, conseqüentemente, seu descarte incorreto. Tais ações vêm contribuindo com a poluição do solo, dos corpos hídricos e da atmosfera e esse aumento na geração de resíduos, associado ao incorreto gerenciamento, contribuem para a continuidade desta crise.

O gerenciamento de resíduos sólidos é uma problemática que precisa ser enfatizada, uma vez que, no Brasil, não é realizado de forma correta acarreta diversos impactos ambientais e sociais. Deste modo, a Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cita que todos os resíduos devem ser coletados, transportados, tratados e dispostos em local ambientalmente apropriado.

Neste contexto, relacionado aos resíduos provenientes de rebanhos agropecuários, o Brasil ocupa a vice-liderança mundial do rebanho de vacas ordenhadas (FAO, 2019). Contudo, a região sul do Brasil cresceu 7 % do seu efetivo de vacas ordenhadas. Dentre os estados sulistas, o Paraná se destaca como maior produtor de leite da região (EMBRAPA, 2020).

Neste cenário, a compostagem de resíduos agroindustriais é viável econômica e socioambiental, pois elimina patógenos e sementes de plantas daninhas durante o processo de degradação. No Brasil, o esterco gerado na produção de leite, geralmente é enviado a usinas de compostagem para ser tratado. Posteriormente, este material é misturado com alguma fonte rica em carbono, uma vez que este tipo de resíduo possui baixa disponibilidade de carbono (CHIARELOTTO, 2018).

O composto orgânico gerado por meio do tratamento de dejetos bovinos é um ótimo condicionador do solo, proporciona aumento na parte microbiológica do solo, assim torna-se eficiente para ser empregado na produção de mudas arbóreas e, após o desenvolvimento, as plantas podem ser aplicadas na recuperação de áreas degradadas e na arborização urbana (CHIARELOTTO e MONZANI, 2015).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o processo de compostagem de esterco da bovinocultura de leite e poda urbana para a produção de composto orgânico e seu potencial de uso na produção de mudas de nativas de *Allophylus edulis* (vacum).

2.2 Objetivos específicos

- Monitorar o processo de compostagem por meio de parâmetros físico-químicos, pH, teor de água, temperatura, teor de sólidos voláteis, sólidos fixos e carbono orgânico total;
- Caracterizar o composto orgânico, produzido pelo método de compostagem, por meio da análise dos macronutrientes;
- Avaliar a qualidade das mudas produzidas com o uso do composto em diferentes concentrações, por meio dos parâmetros fitomorfológicos: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca de raiz, massa seca da parte aérea e índice Dickson.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Resíduos sólidos

Ao longo de seu desenvolvimento, o homem sempre gerou resíduos sólidos, porém, a grande diferença, segundo Juliatto Calvo e Cardoso (2011), é que antes da Segunda Guerra Mundial, os resíduos eram de composição simples e, assim, eram facilmente degradados pelo ambiente. Esse cenário tem se alterado nas últimas décadas e há várias dificuldades em destinar adequadamente os novos materiais que foram desenvolvidos, somado ao crescimento exponencial da população e o aumento da geração per capita de resíduos.

Esses problemas evidenciam a má destinação dos resíduos. Culturalmente, a humanidade sempre tentou se livrar dos seus resíduos produzidos de maneira fácil e prática, por exemplo, descarte nos rios. Contudo, pelo potencial tóxico dos materiais descartados, essa prática compromete a qualidade da água e do ar. A disposição incorreta também pode ocasionar a contaminação de solos, podendo chegar aos corpos hídricos (GOUVEIA, 2012).

A NBR 10.004, revisada em 2004, define o termo resíduos sólidos como: produtos em estado sólido ou semissólido resultante de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ainda inclui na definição, lodos oriundos de sistemas de tratamento de água, efluentes gerados em equipamentos, bem como líquidos que tornem inviável o lançamento na rede de esgotos ou corpos hídricos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

No Brasil, como forma de diminuir os impactos causados por resíduos sólidos, no ano de 2010, foi sancionada a Lei Federal nº 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual dispõe sobre o correto gerenciamento dos resíduos, desde sua geração até sua correta disposição final (BRASIL, 2010).

Ainda sobre a Política Nacional, resíduo sólido é descrito como qualquer objeto produzido e descartado, resultante da atividade antrópica no estado sólido, semissólido ou líquido, com descarte impossibilitado através da rede de esgoto ou em rios e, assim, exijam um tratamento ambientalmente correto (BRASIL, 2010).

Segundo Pereira Neto (2007), 60% dos resíduos gerados pela atividade antrópica são orgânicos. Nesse contexto, a reciclagem pode ser feita tanto em

resíduos inertes, mas também em resíduos orgânicos. Ainda sobre o tratamento dos resíduos orgânicos, Inácio e Miller (2009) afirmam que a técnica de compostagem é o tratamento mais eficiente para esse tipo de material, porém, no Brasil a técnica é pouco difundida, apenas 1,6 % dos resíduos gerados são tratados por meio da compostagem (IPEA, 2012).

Dessa forma, o tratamento de resíduos sólidos orgânicos através da compostagem surge como alternativa viável, não só econômica, mas também operacionalmente, com um produto final de alta qualidade, rico em nutrientes e com redução do volume final (CHIARELOTTO e MONZANI, 2015).

3.2 Compostagem

De acordo com a resolução CONAMA nº 481/2017, compostagem é o processo de degradação da matéria orgânica, realizada por microrganismo em condições aeróbias e termofilias, gerando um material estabilizado, rico em nutrientes e com características diferentes do início do procedimento (BRASIL, 2017).

A compostagem é classificada como um processo equilibrado de decomposição microbiana, de oxidação e oxigenação de um material orgânico heterogêneo no estado sólido e úmido. Este processo passa por vários estágios, o estágio inicial é quando o material está cru ou imaturo, seguida pela fase da semicura ou decomposição e a conclusão do processo ocorre com a humificação da matéria orgânica. Durante a fase termofílica, há liberação de calor, desprendimento do gás carbônico e vapor d'água (KIEHL, 1998).

A compostagem é um processo de tratamento milenar, utilizado pela humanidade como um método simples e natural de ciclagem da matéria orgânica produzida nas suas atividades rotineiras (DAI PRÁ et al., 2005).

Deste modo, o tratamento por meio do processo de compostagem pode ser realizado a partir de resíduos orgânicos domiciliares com composteiras de balde ou em grande escala, por exemplo, em usinas de compostagem com resíduos urbanos e agroindustriais. O produto denominado de composto orgânico só é obtido após atingir parâmetros básicos de sanitização (ZUCCONI e BERTOLDI, 1991). Para a compostagem, podem ser utilizados resíduos vegetais, ricos em carbono que fornecem energia ao processo e possuem baixa degradação e materiais nitrogenados

que têm degradação mais rápida e fornecem agilidade ao processo, isso é necessário para reprodução os microrganismos degradantes (BRITO, 2006).

3.3 FATORES QUE ALTERAM O PROCESSO DE COMPOSTAGEM

3.3.1 Teor de água

O teor de água ideal no processo de compostagem, defendido por Pereira Neto (2007), é entre 40 e 60%, níveis os quais impedem a liberação de percolado durante o processo, aumentando a eficiência.

Quando os valores estão abaixo de 40%, o processo fica estagnado pela falta de atividade microbiana, diminuindo a degradação da matéria orgânica. Valores acima de 60 % fazem com que os poros da pilha sejam preenchidos pela água, o que diminui a circulação o oxigênio, resultando em ambiente anaeróbio (LIMA, 2004).

É necessário que esse parâmetro seja acompanhado e ajustado desde o início da montagem da pilha, em razão da atividade metabólica, incidência de sol e precipitação ele pode variar (INÁCIO; MILLER, 2009).

3.3.2 Aeração

O oxigênio tem como objetivo promover a oxidação biológica do carbono presente nos resíduos orgânicos, proporcionando energia necessária para que os microrganismos realizem seu trabalho, degradando a matéria durante o processo. Além disso, a fração de energia não aproveitada nessa fase é liberada na forma de calor ao ambiente (CERRI et al., 2008).

No sistema de pilhas e leiras, o material é disposto em formato de pirâmide, a aeração ocorre através do revolvimento de toda a massa de resíduo presente e, por convecção e difusão do ar presente na atmosfera, é incorporado no composto (FERNANDES; SILVA, 1999).

Em processos mais simples, em escala reduzida, por exemplo, pilha de compostagem caseira, a aeração é realizada de forma manual. Ao longo dos revolvimentos, o calor gerado pela atividade microbiana, retido na massa, que muda

a fase da água presente na pilha é liberado na forma de vapor de água (PEREIRA NETO, 2007).

3.3.3 Temperatura

A temperatura é um importante parâmetro, principalmente para determinação da velocidade do processo de degradação, eliminação de patógenos e indicativo do equilíbrio biológico. É um fator de fácil aferição e dá indícios da eficiência da técnica *in loco*. Se a pilha de compostagem apresentar valores acima de 45 °C no segundo e terceiro dia, indica que o sistema está equilibrado e há grandes chances de a compostagem ser bem sucedida (FERNANDES; SILVA, 1999).

Após a pilha atingir temperaturas acima de 45 °C os microrganismos mesófilos são substituídos pelos microrganismos termófilos, esta fase indica a máxima degradação da matéria orgânica do processo, a chamada fase de degradação ativa (CONCEIÇÃO, 2012).

Após o começo da fase termofílica, é importante que se controle a temperatura do processo entre 55 e 65 °C; essa faixa é considerada a temperatura ideal para o trabalho dos microrganismos degradantes; acima de 65 °C ocorre um retardamento da decomposição, conseqüentemente o ciclo da compostagem fica mais longo (FERNANDES; SILVA, 1999).

Com o intuito de promover o controle da temperatura na pilha de compostagem, é feita a aeração, na qual a pilha é totalmente desmanchada e remontada logo após. Isso estimula a respiração microbiana e dissipa o calor liberado na degradação, devolvendo temperaturas ideais para o processo (FERNANDES; SILVA, 1999).

O composto será considerado pronto para reinserção da cadeia produtiva quando estiver com temperatura próxima ou igual ambiente e não possua nenhum outro fator que esteja prejudicando a atividade biológica do meio (CONCEIÇÃO, 2012).

3.3.4 Relação carbono/nitrogênio (C/N)

A relação carbono/nitrogênio (C/N) é um parâmetro que avalia a eficiência do processo. O carbono é equivalente a energia necessária para os microrganismos degradantes e o nitrogênio está diretamente relacionado a reprodução celular dos mesmos, desta forma, a relação C/N é um fator que baliza o processo de compostagem (PEREIRA NETO, 2007).

O valor da relação C/N no início do processo é dito excelente em 30/1, número que possibilita um desenvolvimento ótimo para os microrganismos (CERRI, 2008). E, ao fim do processo, quando se obtêm o composto, essa relação C/N é limitada a 10/1, determinando a qualidade do composto (LIMA, 2004; CONCEIÇÃO, 2012).

Os problemas referentes a não adequação deste parâmetro no início do processo estão associados tanto à baixa relação C/N, quanto a valores superiores deste indicador. Valores muito baixos provocam a perda de nitrogênio por volatilização. Já valores elevados provocam o retardamento do processo devido à falta de nitrogênio usada pelos microrganismos na sua reprodução, acarretando um processo mais lento (CONCEIÇÃO, 2012).

3.3.5 pH

O pH no processo de compostagem aeróbia se comporta em uma faixa de 4,5 a 9,5 durante o início da degradação até a maturação. Este controle geralmente é realizado por meio dos microrganismos que, na decomposição da matéria orgânica, produzem subprodutos ácidos e básicos de acordo com a característica do resíduo tratado. Se o pH ao final do tratamento se comporta acima de 7,8, caracteriza-se como alcalino (PEREIRA NETO, 2007).

Os resíduos oriundos de animais têm seu pH neutro, entre 7,0 e 8,0, facilitando o trabalho dos microrganismos degradantes, neste caso, o controle do pH não apresenta dificuldades (CERRI, 2008). Para Fernandes Silva (1999), como o pH de dejetos animais não é um fator crítico, basta fazer a compensação correta do C/N para ter um desenvolvimento da atividade microbiana no processo de compostagem.

3.3.6 Granulometria

Quanto menor for tamanho das partículas, maior será a área de superfícies em contato com o oxigênio presente no processo, aumentando a rapidez da decomposição da matéria orgânica. De maneira geral, o tamanho ideal das partículas deve apresentar-se entre 2,5 e 7,5 cm (FERNANDES, SILVA, 1999).

Os dejetos de bovinos apresentam material muito fino, se a compostagem for feita apenas com esse material é muito provável que esse tratamento tenha dificuldade com a oxigenação, devido à falta de espaços livre para circulação do oxigênio. Este fato é uma ótima justificativa para misturar o esterco bovino a outro material de granulometria maior, por exemplo, poda urbana, visando mais eficiência no tratamento (FERNANDES, SILVA, 1999).

3.4 Resíduo do confinamento bovino e seus impactos

Os resíduos de confinamento bovino são todos os materiais gerados na produção dos animais, ou seja, urina, restos de alimento, fezes, água desperdiçada dos bebedouros, resto de ração e pêlos dos animais (MANSO, 2007).

O principal sistema de criação no Brasil é o chamado confinamento, no qual os animais ficam em um espaço reduzido. Isso propicia o acúmulo de resíduos gerados diariamente, basicamente dejetos (fezes e urina) e materiais usados na cama, geralmente maravalha (MORAES E PAULA JÚNIOR, 2004).

De acordo com o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), em 2019, o Brasil contava com rebanho de 214,7 milhões de cabeças de gado. As exportações de carne bovina, no ano de 2018, ultrapassaram a marca de 1,6 milhão de toneladas no país, um volume 11% superior ao ano anterior, porém, para o ano de 2021, a estimativa de exportação é de 1,4 milhão de toneladas, mas, mesmo assim, o Brasil segue como maior exportador de carne mundial (ABIEC, 2021).

Juntamente com o avanço do setor agroindustrial, a cadeia produtiva promove o crescimento da matéria-prima, produção, conseqüentemente do aumento da geração de resíduos sólidos orgânicos agroindustriais. O manejo inadequado desses dejetos gerados nessa atividade pode ocasionar diversos problemas ambientais e

sociais. O processo compostagem, por sua vez, é uma forma viável e ambientalmente correta para reciclar resíduos orgânicos (CHIARELOTTO, 2018).

3.5 Poda urbana

O resíduo gerado nas manutenções das praças e de cortes ou aparas de árvores urbanas é chamado de poda urbana. É classificado pela PNRS como resíduo de limpeza, encaixando como resíduo classe II A de acordo com a NBR 10.004/2004. De acordo com Chiarelto e Monzani (2015), a poda é uma excelente fonte de carbono, tem uma boa granulometria, auxiliando na aeração da compostagem. Além disso, possui baixo custo e é um resíduo abundante nos centros urbanos.

3.6 Produção de mudas

As florestas nativas são de extrema importância para a biota brasileira, com benefícios não só ambientais como socioeconômicos (FERREIRA; SILVA, 2008). Segundo Santos (2017), a existência do ser humano no planeta leva a crer que o homem é o principal causador da degradação ambiental por meio de suas atividades diárias que exploram os recursos naturais, resultando em impactos ambientais a curto e longo prazos, dos quais podem acarretar a extinção dos ecossistemas. Apesar destes fatos, o ambiente está em sucessivo processo de alteração causado por processos naturais, como deslizamento de solo, terremotos, incêndios florestais, que também podem acarretar na extinção de ecossistemas (SANTOS, 2017).

Como a maioria dos processos produtivos necessitam de recursos naturais, a degradação ambiental cresce a cada ano e se impõe nos mais variados ecossistemas, desde os tempos de colonização até os dias atuais. Contudo, a preocupação com o ambiente vem, ao longo dos anos, ganhando força com o intuito de apresentar formas de recuperar os recursos naturais. Por exemplo, a recuperação de áreas degradadas por meio de plantação de mudas nativas (MARTINS, 2013).

Para Martins (2013), área degradada é definida como qualquer área que sofreu algum impacto, seja ele causado por ações antrópicas ou ações naturais e, que após essa ocorrência, o local perdeu totalmente a força de se recuperar de maneira natural e voltar ao seu equilíbrio de origem.

A degradação do solo acontece de diferentes maneiras, mas uma das principais atividades antrópicas que resulta nesse impacto é o desmatamento para produção de gado de corte e gado leiteiro, processo no qual são desmatadas grandes áreas para produção de pastagem, fragmentando remanescentes florestais e habitats. A recuperação destas podem ser feitas por meio de técnicas de baixo custo, como a regeneração natural e nucleação. Nessas técnicas, o uso de compostos orgânicos pode auxiliar na recuperação (MARTINS, 2013).

Para Lourenço et al. (1999), o uso de composto orgânico como substrato é uma excelente opção na produção de mudas nativa. Porém, em pequenas dosagens e, se misturado com substrato comercial, por se tratar de um composto com alta taxa de nutrientes, pode atrapalhar o desenvolvimento inicial.

3.6.1 *Allophylus edulis* (Vacum)

Pertencente à família Sapindaceae, *Allophylus edulis* é conhecido popularmente como vacum, vacunzeiro, chal-chal, baga-de-morcego, fruta-de-pombo, murta-vermelha, entre outros (REITZ, 1980; SANCHOTENE, 1989; LORENZI, 1998; KUERA, 2002).

Vacum é uma planta de porte médio, encontrado em grande parte do Brasil, mais especificamente na Região Sul, se estendendo até o Paraguai, Uruguai, Argentina e Bolívia (LORENZI, 1998).

A árvore é bastante chamativa e bonita, com folhas brilhosas e fruto de vermelho característico, pode ser utilizada na arborização urbana (LORENZI, 1998). A espécie possui alta resistência às condições urbanas, sua adaptação quanto à alta e baixa incidência de luz e seu tamanho mediano, permitem que sejam cultivadas em calçadas e canteiros centrais de logradouros, até mesmo onde há passagem de rede elétrica (SANCHOTENE, 1989).

Além de ser empregada em arborização urbana, é muito utilizada em recuperação de áreas degradadas em estágio inicial e médio, em matas ciliares. Ajuda na preservação dos recursos hídricos de Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual (GLUFKE, 1999).

A sua madeira não é considerada leve, possui 670-690 Kg/m³, porém é macia e possui durabilidade quando exposta a intemperes. Sua utilização é comum em indústrias carvoeiras, na marcenaria e cabos de ferramentas (LORENZI, 1998).

3.6.2 Substrato

Para a produção de mudas é utilizado substrato que tem função de dar sustentabilidade à planta e ajudar no desenvolvimento inicial, até que a muda seja transplantada no campo. Assim, considera-se um bom substrato o produto que tenha quantidade de elementos químicos, matéria orgânica, ar e água. De tal forma, que retenha umidade, seja poroso, livre de plantas daninhas e patógenos e tenha nutrientes suficientes para auxiliar no crescimento da planta (MARTINS, 2013).

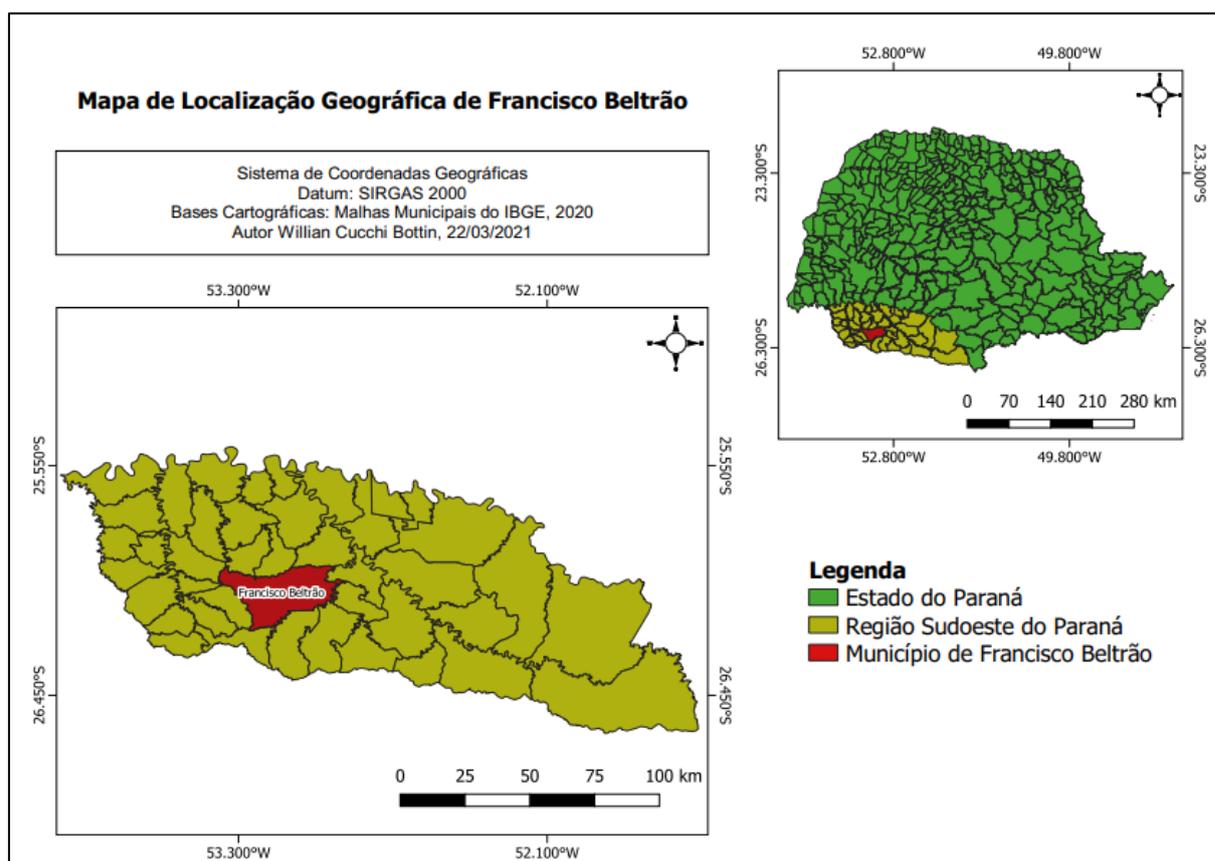
Na atualidade, existem diferentes marcas e composições de substratos disponíveis no mercado, tais como o composto orgânico, a vermicultura, a serragem, a turfa, o húmus de minhoca, o esterco bovino, esterco de avicultura e a terra de subsolo. Comumente são utilizadas misturas de substratos para o desenvolvimento das mudas. É importante ressaltar que, ao usar terra de subsolo, deve-se adicionar material orgânico para aumentar a carga nutritiva, uma vez que terra de subsolo é pobre em nutrientes (MARTINS, 2013).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do local

A pesquisa foi realizada em uma propriedade particular no município de Francisco Beltrão, Paraná, (Figura 1). O município de Francisco Beltrão está localizado nas coordenadas geográfica $26^{\circ}04'20''\text{S}$ e longitude $53^{\circ}03'20''\text{W}$, com clima caracterizado como Cfa- Subtropical (KÖPPEN; GEIGER, 1928).

Figura 1 - Mapa do município de Francisco Beltrão- PR



Fonte: Autoria própria (2021).

As temperaturas médias do município no inverno são menores que 18°C e no verão são maiores que 22°C , com uma média anual de $18,1^{\circ}\text{C}$ a 19°C . As precipitações, tem uma média de aproximadamente 2000 a 2200 milímetros por ano, de acordo com o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2019).

4.2 Montagem das pilhas

No local onde as pilhas de compostagem foram dispostas, as plantas presentes no solo foram retiradas com o auxílio de uma enxada. Posteriormente, neste local, foram montadas três pilhas de compostagem (Figura 2), constituídas com os dois resíduos: esterco bovino e poda urbana triturada. O esterco fresco foi coletado em uma propriedade rural no município de Nova Esperança do Sudoeste, que está localizado a 50 km de Francisco Beltrão e a poda foi disponibilizada pela Secretaria do Meio Ambiente do município. Cada pilha teve o total de 100 kg, sendo 40 kg de esterco bovino e 60 kg de poda urbana, totalizando a relação carbono nitrogênio de 30:1 (CERRI, 2008).

Figura 2 - Pilhas de compostagem montadas



Fonte: Autoria própria (2021).

Durante o processo de compostagem, as pilhas foram revolvidas de forma manual com o auxílio de enxada e pá, com frequência de duas vezes por semana na primeira quinzena e, após esse período, os revolvimentos ocorreram semanalmente até o final do experimento. O revolvimento ocorreu de forma que as partes externas do material fossem alocadas na parte interna da pilha e a parte interna para as extremidades, proporcionando uma maior homogeneidade das camadas até a total estabilização do composto.

Após o término do processo de tratamento dos resíduos, quando a temperatura das pilhas igualou à temperatura ambiente, as pilhas foram homogeneizadas e peneiradas para que o composto final ficasse com uma granulometria uniforme (Figura 3).

Figura 3 - Composto maturado e peneirado



Fonte: Autoria própria (2021).

4.3 Análises físico-químicas da compostagem

Durante a fase de decomposição dos resíduos e maturação do composto, foram aferidas, diariamente, a temperatura das pilhas com auxílio de um termômetro digital espeto com haste de dez centímetros para acompanhar a temperatura do interior da pilha.

Para as análises laboratoriais, foram coletadas amostras das três pilhas, quarteadas e homogeneizadas. Para medição do pH, foi utilizada a metodologia da Embrapa, adaptada por Teixeira et al. (2017). Foram utilizadas 10 g de amostra e 100 mL de água destilada. A mistura foi agitada com auxílio de um bastão de vidro e homogeneizada por 5 minutos. Após esse procedimento, foi realizada a leitura com o pHmetro. Todas as análises foram feitas em triplicata para cada pilha de compostagem. As análises ocorreram no tempo 3, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 64 e 81 dias de tratamento, tempo necessário para estabilização do composto.

Para determinação do teor de água e massa seca, eram pesadas amostras de 20 gramas e levadas à estufa da marca De Leo, por um período de 24 horas à uma

temperatura de 105 °C para remover toda umidade presente na amostra. As equações 1 e 2, quantificam o teor de umidade e massa seca da amostra, respectivamente.

$$U (\%) = \frac{(A_i - A_f) * 100}{A_i} \quad (1)$$

$$MS (\%) = 100 - U \quad (2)$$

Em que:

U = teor de água na amostra (%);

A_i = peso inicial da amostra (g);

A_f = peso final da amostra após secagem (g);

MS = teor de massa seca do resíduo (%).

Para determinações de sólidos fixos (SF), sólidos voláteis (SV) e carbono orgânico total (COT), foi adotada a metodologia de Goldin (1987), modificada por Carmo e Silva (2012). As amostras foram previamente secas em estufa a 105 °C durante 24 horas. Depois disso, a amostra foi triturada com o auxílio de um almofariz e pistilo, pesados 2 g e dispostos em cadinhos de cerâmica e então levadas ao forno tipo mufla, a matéria orgânica presente foi calcinada a temperatura de 550 °C por 3 horas. Os teores de SF, SV e COT são expressas de acordo com as equações 3, 4 e 5, respectivamente.

$$SV (\%) = \frac{(mPE - mPM) * 100}{mPE} \quad (3)$$

$$SF (\%) = 100 - SV \quad (4)$$

$$COT = \frac{SV}{1,8} \quad (5)$$

Em que:

SV = sólidos voláteis (%);

SF = sólidos fixos (%);

mPE = Massa de amostra pós estufa (g);

COT = Carbono orgânico total;

mPM = Massa de amostra pós mufla (g).

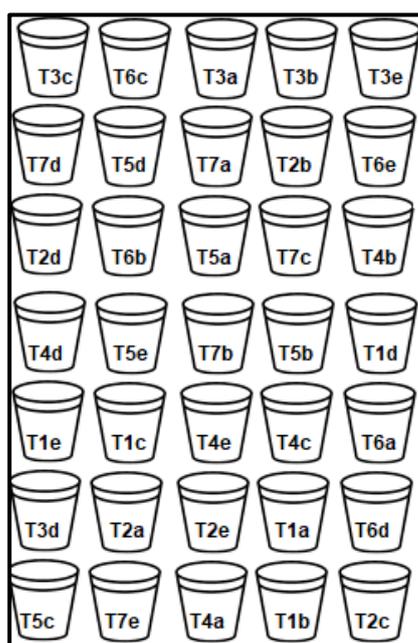
4.4 Produção de mudas

Após obter o produto do processo de compostagem – o composto, as mudas de vacuum com aproximadamente quatro meses, – disponibilizadas pelo viveiro municipal de Francisco Beltrão, foram transplantadas. As mudas foram dispostas em vasos de 4 litros de volume cada, contendo concentrações diferentes de composto, substrato comercial e solo, compondo os seguintes tratamentos:

- T1: 100% solo;
- T2: 25% composto e 75% solo;
- T3: 10% composto e 90% solo;
- T4: 50% composto e 50% solo;
- T5: 5% composto, 5% substrato comercial e 90% solo;
- T6: 100% composto;
- T7: 100% substrato comercial.

Em cada tratamento foram feitas cinco repetições, cada repetição foi representada por um vaso, totalizando 35 vasos distribuídos espacialmente (Figura 4), contendo uma muda de vacuum cada.

Figura 4 - Distribuição espacial dos tratamentos



Fonte: Autoria própria (2021).

O solo utilizado no experimento foi coletado na propriedade em que o projeto foi desenvolvido. A retirada do solo foi realizada com o auxílio de pá e enxada, a aproximadamente 20 cm de abaixo da superfície. A Tabela 1 apresenta a caracterização da composição química do solo.

Tabela 1 - Análise química do solo

Análise do Solo			Interpretação		
Elementos		mg/dm ³ Cmolc/dm ³	Baixo	Médio	Alto
Calcio	Ca	5,36			■
Magnésio	Mg	3,38			■
Potássio	K	50,7		■	
Alumínio	Al	0,05	■		
H + Alumínio	H + Al	4,96			■
Soma de Bases	S	8,87			■
CTC pH 7,0	T	13,83			■
CTC efetiva	t	8,92			■
g/dm ³					
Carbono	C	6	■		
M Orgânica	MO	10,32	■		
%					
Sat. Alumínio	Al	0,56	■		
Sat. Bases	V	64,14		■	
mg/dm ³					
Ferro	Fe	33,1		■	
Manganês	Mn	90,1			■
Cobre	Cu	9,1			■
Zinco	Zn	0,9	■		

Fonte: Autoria própria (2021).

Ao longo do desenvolvimento das mudas, foi realizado o manejo em cada vaso a fim de retirar qualquer planta daninha (Figura 5a), para evitar a competição com a espécie nativa transplantada. O período do estudo, foi na estação do inverno e ocorreram chuvas seguidas, o que manteve a umidade elevada, com isso houve menor frequência nas regas. Para amenizar as intemperes, foi construída uma estrutura de bambu com tela sombrite, para abrigar as mudas e proteger de chuva de granizo (Figura 5b).

Figura 5 - Plantas daninhas e estufa.



Fonte: Autoria própria (2021).

4.5 Análises fitomorfológica do vacum

Conforme descrito por Chiarelotto e Monzani (2015), na fase do plantio das mudas, foram aferidas as medidas iniciais de altura de parte aérea (Ht), diâmetro do coleto (Dc) dos indivíduos, para acompanhar o desenvolvimento das mudas de vacum em cada um dos tratamentos.

Dessa forma, as verificações destes parâmetros foram realizadas no dia 9, 23, 30, 37, 44 e 51 após o transplante, no período de junho a agosto de 2021, totalizando 6 aferições. Ao final do experimento, foram quantificadas a massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) para o cálculo do índice de qualidade de Dickson (IQD). Segundo Hunt (1990), o valor mínimo para determinar a qualidade das mudas deverá atingir 0,2, para garantir sucesso de desenvolvimento da planta.

Para coleta das medidas da altura da parte aérea, foi utilizada uma trena de metal da marca Irwin (Figura 6a) e, para aferição de diâmetro de coleto, um paquímetro digital da marca Vonder (Figura 6b).

Figura 6 - Aferição de altura e diâmetro de coleto



Fonte: Autoria própria (2021).

Para quantificar a porcentagem da MSR e MSPA, ao final do período do experimento, as mudas foram cortadas na altura do coleto (Figura 7a), a raiz foi lavada em água corrente (Figura 7b) e secas em estufa a 65 °C por um período de 72 horas; posteriormente, realizado pesagem e, calculado o IQD por meio da equação 6 (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960).

$$IQD = \frac{MST}{\frac{HT}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad (6)$$

Em que:

IQD = Índice de qualidade de Dickson;

MST = Massa seca total (g);

HT= altura (cm);

DC = diâmetro do coleto (mm);

MSPA = Massa seca parte aérea (g);

MSR = Massa seca raiz (g).

Figura 7 - Procedimento para obtenção de MSR e MSPA



Fonte: Autoria própria (2021).

4.6 Análises estatística

Com os parâmetros físico-químicos pH, teor de água, temperatura, teor de sólidos voláteis, carbono orgânico total, observados no processo de compostagem, foi possível a construção dos gráficos de perfis médios ao longo do tempo de compostagem.

Para avaliar o desenvolvimento das mudas foi realizado um delineamento inteiramente casualizado com 7 tratamentos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7) e 5 repetições. Para os parâmetros de altura da parte aérea, diâmetro do coleto e índice de Dickson, foram avaliadas a homogeneidade e distribuição normal dos dados por meio do teste de Bartlett e Shapiro Wilk e, posteriormente, utilizada a ANOVA e o teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos. Em todos os testes foi considerado 5% de significância. As análises foram realizadas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2021).

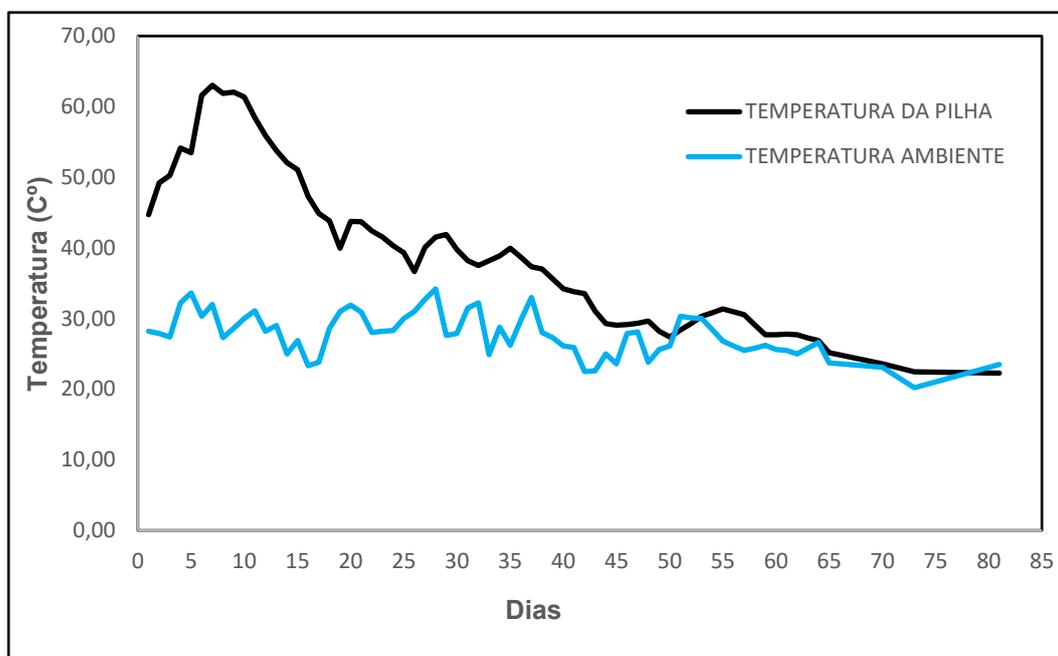
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises físico-químicas da compostagem

As pilhas de compostagem com resíduo da bovinocultura e poda urbana foram acompanhadas pelo período de 81 dias, com medições diárias de temperatura, este foi o tempo total para que a temperatura das pilhas se igualasse com a temperatura ambiente. O acompanhamento da temperatura é importante, pois, é possível ter um melhor desenvolvimento do trabalho e compreender o momento certo de se fazer o revolvimento ou adicionar água na pilha (PEREIRA NETO, 2007).

A Figura 8, mostra o comportamento médio da temperatura das pilhas de compostagem e temperatura ambiente ao longo do período de estudo. Constatou-se um aumento na temperatura já nos primeiros cinco dias. Conforme descrito por Conceição (2012), esse comportamento da temperatura era esperado no início do processo indicativo que a relação C/N estava correta.

Figura 8 - Gráfico do perfil médio das temperaturas aferidas durante o processo de compostagem



Fonte: Autoria própria (2021).

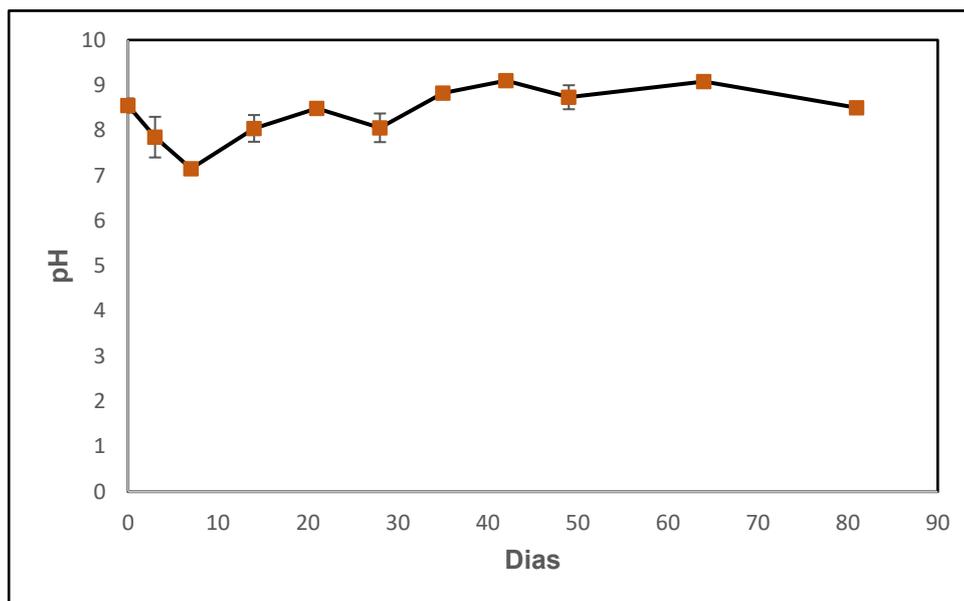
Ao longo do processo, conforme os revolvimentos e correção de umidade foram realizados, a temperatura atingiu o pico de 63,03 °C. A fase termofílica foi caracterizada pela variação de temperatura, valores semelhantes encontrado por Pereira Neto (2007), que em seu estudo encontrou temperaturas entre 44 e 63 °C.

Esta temperatura elevada permaneceu por 20 dias, segundo Conceição (2012) essa elevação na temperatura é ocasionada pela grande atividade metabólica dos microrganismos que degradam a matéria orgânica presente nas pilhas. Nesta fase de elevação de temperatura ocorre a eliminação dos microrganismos patogênicos presente nos resíduos.

Depois de atingir a fase termofílica, a temperatura reduziu, mantendo-se abaixo dos 45 °C dando início a fase mesofílica, com temperaturas de aproximadamente 33 °C, caracterizando a fase de humificação do composto. Após 80 dias, atingiu a temperatura ambiente. De acordo com Conceição (2012), isso caracteriza a maturação do composto.

Para o parâmetro de pH (Figura 9), os valores médios da compostagem iniciaram em 8,55 no dia 1, com uma queda nos primeiros sete dias ocasionado pela intensa atividade metabólica. Atingiu o pico de 9,1 após 42 dias de processo finalizou com um valor médio de 8,5. O comportamento do pH se manteve dentro da faixa de valores esperados pela literatura, finalizando o processo com pH acima de 7,8 (PEREIRA NETO, 2007).

Figura 9 - Gráfico do perfil médio de pH durante o processo de compostagem



Fonte: Autoria própria (2021).

* barras na vertical indicam o desvio padrão em cada período de análise

Se faz necessário acompanhar o pH, pois é um indicativo de como está a oxigenação da pilha. Se estiver com valor baixo, se faz necessário revolver o material para que se eleve o pH e, assim, os microrganismos possa degradar a matéria orgânica com maior facilidade.

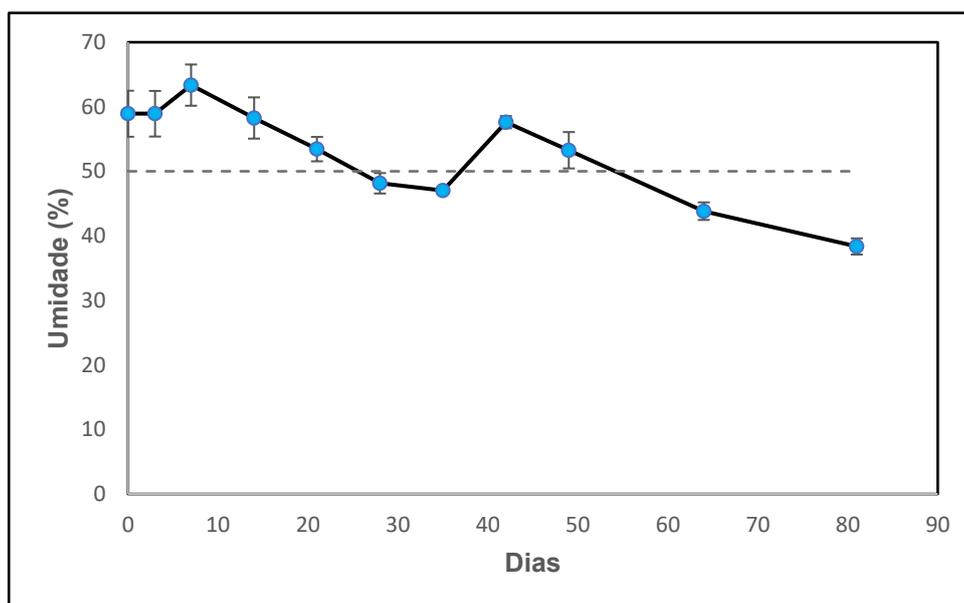
Por se tratar de um material alcalino desde o início do processo, o meio favoreceu o trabalho dos microrganismos na degradação (CERRI et al., 2008). Moura (2018) alcançou valores aproximado do pH, tratando resíduo de restaurante associado com poda urbana e obteve pH final de 9,2, o que corrobora com os resultados de pH obtidos neste estudo.

Assim como a temperatura e o pH, o teor de umidade tem que ser monitorado desde o começo do processo e deverá permanecer próximo a 60%, segundo Franco (2018), para que a degradação ocorra de forma apropriada.

. Durante o processo, o teor de água se manteve entre 40 e 60 % (Figura 10), com umidade inicial de 58,92 %. No decorrer do processo não houve nenhuma precipitação que pudesse interferir de forma negativa. O teor de água foi controlado com as regas a cada revolvimento da pilha, assim, a umidade apresentou valor máximo de 63,3 % e mínimo de 38,3 %, chegando ao final do tratamento com média de 41,92 %.

Com o teor de água dentro do esperado no processo de compostagem (40 a 60%), não ocorre a percolação de líquidos resultantes pelo excesso de água (PEREIRA NETO, 2007). Conforme citado por Lima (2004), a umidade com valores dentro do esperado faz com que os espaços vazios não fiquem preenchidos com água, isso possibilita a aeração da pilha e, conseqüentemente desenvolvimento dos microrganismos aeróbios degradantes.

Figura 10 - Gráfico do perfil médio de umidade durante o processo de compostagem



Fonte: Autoria própria (2021)

* Linha tracejada indica a faixa ótima de umidade segundo Pereira Neto (2007).

* barras na vertical indicam o desvio padrão em cada período de análise

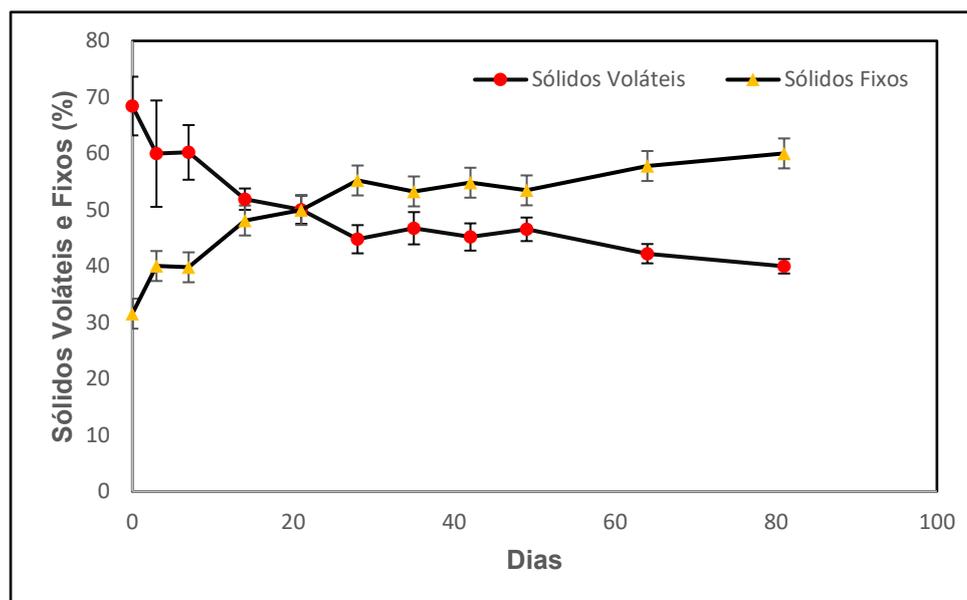
O valor de umidade controlado durante todo o processo possibilitou a degradação da matéria orgânica, conseqüentemente, sua mineralização, comprovada com os dados obtidos dos sólidos voláteis, que segundo Pereira Neto (2007) reduzem cerca de 40% do valor inicial.

Para o teor de sólidos voláteis (SV) (Figura 11), os valores iniciais foram de 68,3 % com redução ao longo do processo, encerrando o experimento com um valor médio de 39,97 %. Portanto, houve uma redução de 41,6 % do SV inicial, nota-se na figura que os teores de SV reduzem e os percentual dos sólidos fixos (SF) aumentam ao decorrer do tempo, isso também foi descrito por Conceição (2012).

Segundo Pereira Neto (2007) os valores de SV iniciam-se próximo a 80% e, ao decorrer do processo, reduz cerca de 40 % do valor inicial. Os valores encontrados

neste estudo estão próximos dos citados na literatura, isso indica que houve uma correta relação carbono/nitrogênio inicial e que os resíduos em tratamento não estavam previamente degradados.

Figura 11 - Gráfico do perfil médio de sólidos fixos (SV) e sólidos voláteis (SF) durante o processo de compostagem



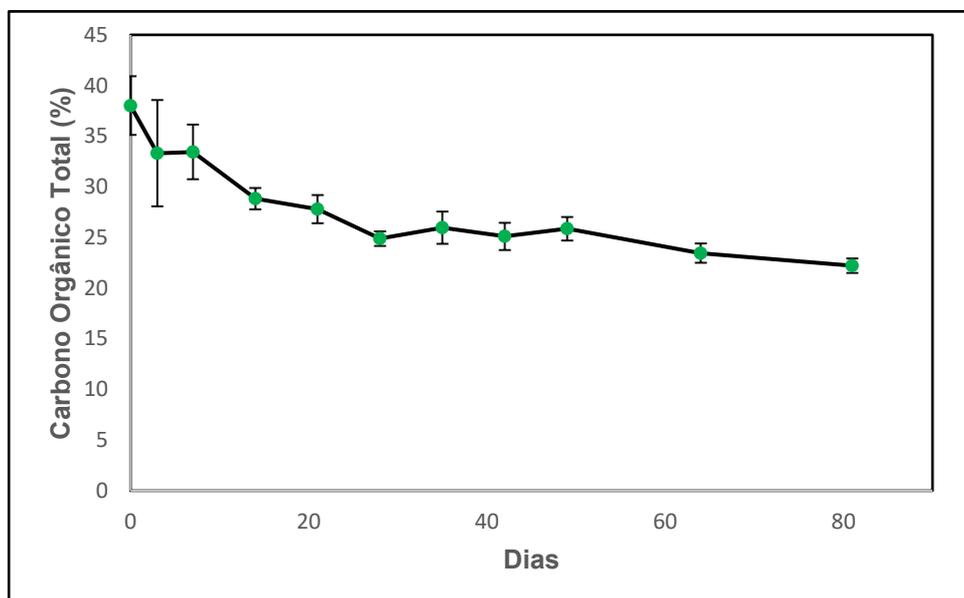
Fonte: Autoria própria (2021)

* barras na vertical indicam o desvio padrão em cada período de análise.

A redução dos SV indica a evolução da degradação da matéria orgânica durante o processo, aliado à essa diminuição, o carbono orgânico total (COT) também reduziu, valor já esperado pela forma que foi calculado (equação 5).

O carbono orgânico total apresentou redução de 41,6 %, ao longo do processo e finalizou com 22,21 % (Figura 12). O valor atendeu à IN 61/2020 que é de 15 % (BRASIL, 2020). A redução do COT ocorreu pela atividade microbiana no processo de compostagem principalmente nas primeiras semanas, na fase termofílica (GAVILANES-TERÁN et al., 2016).

Figura 12 - Gráfico do perfil médio de carbono orgânico total (COT) durante o processo de compostagem



Fonte: Autoria própria (2021)

* barras na vertical indicam o desvio padrão em cada período de análise.

A redução encontrada no COT também foi constatada por Chiarelotto (2018) na compostagem com resto de alimentos com a adição de poda urbana, o qual obteve a redução de 37 % após a estabilização do tratamento, valor próximo ao encontrado neste estudo.

Deste modo, de acordo com a IN 61/2020 (BRASIL, 2020), o composto resultante é estabelecido como um fertilizante classe A, pois é constituído de matéria prima de origem animal e vegetal sem conter metais pesados e elementos potencialmente tóxicos em sua composição. Moura (2018) salienta a importância da compostagem para que os resíduos possam ser reinseridos na cadeia produtiva e não sejam encaminhados a aterros sanitário.

Ainda de acordo com a Instrução Normativa nº 61/2020 (Brasil, 2020), o composto orgânico deve apresentar alguns parâmetros mínimos de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) para atender a demanda da produção agrícola. A Tabela 2 apresenta os valores do composto produzido.

Tabela 2 - Análise química do composto orgânico

Elemento	Resultado g/Kg
Nitrogênio (N)	14,4
Fósforo (P)	10,39
Potássio (K)	10,9

Fonte: Autoria própria (2021)

Os valores obtidos na análise química atendem à legislação que determina que tenha 10 gramas por quilograma dos elementos citados acima, e os valores obtidos pelo composto em estudo está com quantidade superior prevista na IN 61/2020 (BRASIL, 2020). Resultados que comprovam que é um composto classe A originário de resíduos agroindustrial aliado com resíduo vegetal, excelente nutrição para espécies arbóreas e ótimo condicionador de solo IN 61/2020 (BRASIL, 2020).

A compostagem de resíduos da bovino cultura aliado à poda urbana poderá contribuir na minimização dos danos causados pela incorreta disposição final dos resíduos, reduzindo o uso de recursos naturais e fechando o ciclo produtivo por meio do aproveitamento dos resíduos gerados (BARATTA JUNIOR, 2007).

5.2 Análise fitomorfológica das mudas

As mudas foram acompanhadas durante 51 dias de desenvolvimento, neste período, não houve mortes ou ataque de insetos em nenhum dos tratamentos. De maneira geral, isso indica que as proporções de composto orgânico, substrato comercial e solo utilizadas não interferiram de forma negativa nas plantas.

No período de 51 dias, foram medidos a altura das plantas e diâmetro do coleto (Tabela 3).

O crescimento em altura das mudas de vacuum não teve mudanças significativas durante o experimento (Tabela 3). Dados que diferem dos resultados obtidos por Santin et al (2015), que observaram diferenças significativas na altura após três meses de plantio das mudas.

A Tabela 4 apresenta a evolução do diâmetro do coleto (DC) para cada tratamento ao longo do experimento.

Tabela 3 - Altura média das plantas em cada tratamento, por período de análise.

Tratamentos	Dias					
	9	23	30	37	44	51
T1	13,9 +- 2,01 a A	14,34 +-2,08 a A	14,34+- 2,08 a A	14,44 +- 2,15 a A	14,64 +- 2,32 a A	14,98 +- 2,38 a A
T2	12,6 +- 1,28 a A	12,92 +- 1,18 a A	12,92 +- 1,18 a A	13,22 +- 1,40 a A	13,72 +- 1,85 a A	13,90 +- 1,90 a A
T3	13,12 +- 1,46 a A	13,29 +- 1,44 a A	13,29 +- 1,44 a A	13,68 +- 1,70 a A	13,92 +- 1,65 a A	14,14 +- 1,52 a A
T4	13,28 +- 2,55 a A	13,60 +- 2,48 a A	13,60 +- 2,48 a A	13,92 +- 2,36 a A	14,26 +- 2,64 a A	14,58 +- 2,75 a A
T5	12,30 +- 1,90 a A	13,04 +- 2,49 a A	13,04 +- 2,49 a A	13,30 +- 2,64 a A	13,50 +- 2,62 a A	13,62 +- 2,56 a A
T6	12,58 +- 1,63 a A	13,06 +- 1,26 a A	13,06 +- 1,26 a A	13,36 +- 1,44 a A	13,66 +- 1,35 a A	13,90 +- 1,37 a A
T7	12,52 +- 1,63 a A	12,58 +- 1,66 a A	12,58 +- 1,66 a A	12,66 +- 1,60 a A	12,66 +- 1,60 a A	12,70 +- 1,68 a A

Fonte: Autoria própria (2021).

- Onde: T1: 100 % solo; T2 – 25 % de composto 75% solo; T3 – 10 % de composto 90% solo; T4 – 50 % de composto 50% solo; T5 – 5 % de composto 5% substrato comercial 90% solo; T6 – 100 % composto; e T7 - 100 % substrato comercial.
- Letras iguais minúsculas nas colunas da tabela, indicam médias estatisticamente iguais entre os tratamentos. Letras iguais maiúsculas em cada linha da tabela, indicam médias estatisticamente iguais entre os períodos de análise. ** Comparação de média feita pelo teste Tukey com 5% de significância.

Tabela 4 - Diâmetro do coleto médio das plantas em cada tratamento, por período de análise.

Tratamentos	Dias					
	9	23	30	37	44	51
T1	2,02 +- 0,43 a A	1,97 +- 0,42 a A	1,97 +- 0,42 a A	2,01 +- 0,43 a A	2,02 +- 0,43 a A	2,04 +- 0,45 a A
T2	1,96 +- 0,18 a A	1,91 +- 0,20 a A	1,91 +- 0,20 a A	1,94 +- 0,18 a A	1,96 +- 0,18 a A	1,99 +- 0,17 a A
T3	1,98+- 0,45 a A	1,94 +- 0,45 a A	1,94 +- 0,45 a A	1,96 +- 0,46 a A	1,98+- 0,45 a A	2,00 +- 0,45 a A
T4	1,97 +- 0,42 a A	1,93 +- 0,40 a A	1,93 +- 0,41 a A	1,96 +- 0,41 a A	1,97 +- 0,42 a A	2,00 +- 0,40 a A
T5	1,91 +- 0,40 a A	1,81+- 0,41 a A	1,81 +- 0,42 a A	1,89 +- 0,39 a A	1,91 +- 0,40 a A	1,93 +- 0,40 a A
T6	1,97 +- 0,27 a A	1,92 +- 0,27 a A	1,92 +- 0,27 a A	1,95+- 0,27 a A	1,97 +- 0,27 a A	1,99 +- 0,28 a A
T7	2,06 +- 0,31 a A	2,01 +- 0,33 a A	2,01 +- 0,34 a A	2,05 +- 0,33 a A	2,06 +- 0,31 a A	2,08 +- 0,30 a A

Fonte: Autoria própria (2021).

- Onde: T1: 100 % solo; T2 – 25 % de composto 75% solo; T3 – 10 % de composto 90% solo; T4 – 50 % de composto 50% solo; T5 – 5 % de composto 5% substrato comercial 90% solo; T6 – 100 % composto; e T7 - 100 % substrato comercial
- Letras iguais minúsculas nas colunas da tabela, indicam médias estatisticamente iguais entre os tratamentos. Letras iguais maiúsculas em cada linha da tabela, indicam médias estatisticamente iguais entre os períodos de análise. ** Comparação de média feita pelo teste Tukey com 5% de significância.

Por meio dos dados obtidos neste estudo, os tratamentos que continham maior quantidade de adubo orgânico obtiveram um desenvolvimento, em média, igual entre os tratamentos. Almeida (2005), ao testar diferentes tipos de substratos para produção de *Allophylus edulis*, também não obteve diferenças no desenvolvimento inicial da espécie.

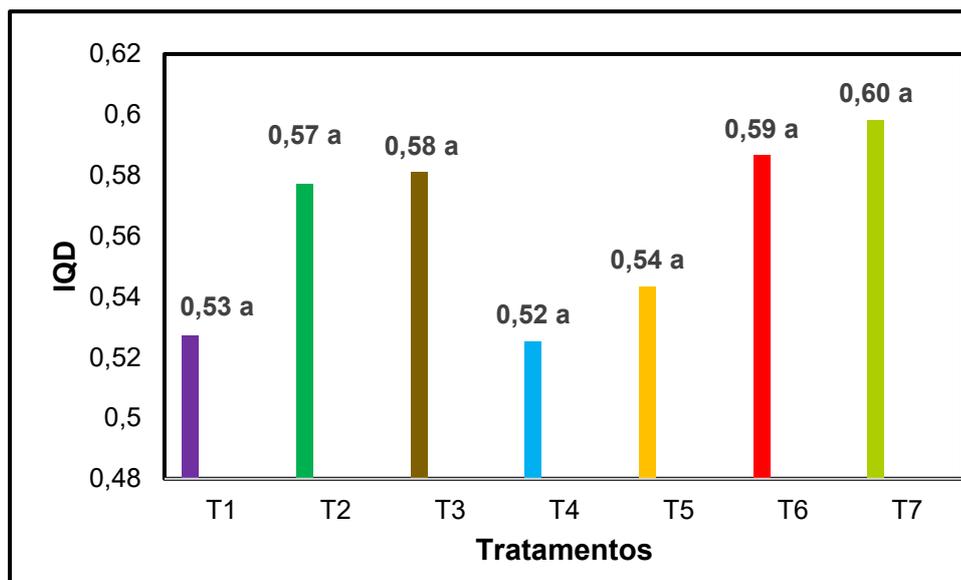
Rodrigues et. al., (2016) observaram em seu estudo sobre qualidade de mudas de moringa oleífera utilizando substrato e composto orgânico que os melhores resultados para Dc ocorreram nos tratamentos em que o composto orgânico estava presente em maior proporção.

Segundo Saidelles (2003), as mudas nativas durante o inverno têm uma taxa de crescimento mais lento. O que pode ter influenciado nos resultados obtidos no presente trabalho, desenvolvido durante os meses com as temperaturas mais baixas do ano.

Além da temperatura, um dos fatores que podem ter interferido no desenvolvimento das mudas foi o tempo de experimento, insuficiente para avaliar o crescimento significativo. Porém, o composto obtido por meio da compostagem teve desempenho similar ao substrato comercial e, além disso, o solo utilizado continha alta concentração de nutrientes (Tabela 1), aliado ao pouco tempo a muda não conseguiu extrair todos os nutrientes do composto e somente do solo.

No presente estudo, pode-se verificar que o valor de IQD médio de 0,2 segundo Hunt (1990) foi atendido por todos os tratamentos (Figura 13), com isso, todas as mudas mostraram uma boa qualidade e desenvolvimento. Para Fonseca et al. (2002), o IQD é um ótimo indicador de qualidade e desenvolvimento das mudas, uma vez que nos cálculos realizados para definir esse parâmetro o desenvolvimento por completo da muda é considerado, por meio da massa seca de parte aérea e massa seca de raiz.

Figura 13 - Valores médios de IQD por tratamento



Fonte: Autoria própria (2021).

- Onde: T1: 100 % solo; T2 – 25 % de composto 75% solo; T3 – 10 % de composto 90% solo; T4 – 50 % de composto 50% solo; T5 – 5 % de composto 5% substrato comercial 90% solo; T6 – 100 % composto; e T7 - 100 % substrato comercial.
- *Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey com 5% de significância.*

Para os valores do IQD, percebe-se que não houve, em média, diferença na qualidade das mudas nos diferentes tratamentos (Figura 13), justificado pela alta qualidade do solo usado para este estudo.

Segundo Hunt (1990), uma vez que atingiu o valor mínimo de IQD, é considerada uma planta forte o suficiente para ser transplantada em recuperação de áreas degradadas.

6. CONCLUSÃO

A aplicação do método de compostagem para tratamento de dejetos da bovinocultura associados à poda urbana se mostrou eficaz, resultando em um composto final maturado com aptidão no desenvolvimento de mudas nativas.

O desenvolvimento das mudas de Vacuum foi alcançado como resultado das condições impostas em cada tratamento adotado e com a mesma intensidade de sombreamento. Porém, o trabalho teve como limitação a baixa temperatura e o curto tempo de acompanhamento do experimento. Para trabalhos futuros sugere – se o acompanhamento por um período mais longo e com temperaturas ambientes mais elevadas.

Mesmo que os tratamentos das mudas não resultaram em diferenças significativas para os parâmetros analisados, ressalta-se que o tratamento T7, composto apenas por substrato comercial obteve o mesmo resultado ao do composto orgânico.

Deste modo, o resultado da compostagem de dejetos bovinos e poda urbana se mostrou equivalente ao substrato comercial na produção de mudas de Vacuum, podendo ser utilizado em viveiros substituindo o substrato comercial, fechando assim o ciclo, juntando dois passivos ambientais, tornando-os ativos ambientais, com o tratamento e destinação final adequados, diminuindo os danos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira Das Indústrias Exportadoras De Carnes.

Exportações brasileiras de carne bovina fecham 2018 com recorde histórico. 2018. Disponível em: <http://abiec.com.br/exportacoes-brasileiras-de-carne-bovina-atingem-melhor-resultado-mensal-da-historia/> Acesso em: 19 abril. 2021;

ALMEIDA, L. S. Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radl. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) produzidas em diferentes substratos 2005. 96f. **Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)** - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005;

BARATTA JUNIOR, A. P. Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas. Seropédica: UFRRJ, 2007. 53 p. **Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas**, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007;

BRASIL, Instrução Normativa (IN) Nº 61, de 8 de Julho de 2020 – Regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. Ministério da Agricultura, Pecuária, e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária, 2020;

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF**, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.html. Acesso em: 13 mar. 2021;

BRASIL. Norma Brasileira nº 10.004 de 31 de maio de 2004. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro, RJ, 2004;

BRITO, M. MOURÃO, I.; ARAÚJO, J. P. Compostagem para a Agricultura Biológica. In: **Manual de Agricultura Biológica – Terras de Bouro**. Município de Terras de Bouro. Cap. III, p. 119- 137, 2006;

CARMO, D. L. do; SILVA, C.; Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1211-1220. 2012;

CERRI, C. E. P. Compostagem. **Apostila da disciplina de matéria orgânica do solo**. ESALQ, Piracicaba, SP, 2008. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf Acesso em: 11 mar. 2021;

CHIARELOTTO, M. Redução do tempo de compostagem de resíduos agroindustriais: efeito nos parâmetros de controle e na qualidade do composto final. 2018. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)** – Unioeste, Cascavel, PR, 2018;

CHIARELOTTO, M; BOTTIN, W.C.; SPICKER, C.E.; DUARTE, S.S.; CHIARELOTTO, M.; BORTOLI, M. M.; Composting of household organic waste: effect on control parameters and final compound quality. **Revista Agro@ambiente On-Line**, v. 12, n. 4, p. 272-287, Universidade Federal de Roraima. 2018;

CHIARELOTTO, M.; MONZANI, V. F.; Eficiência de compostos de resíduos orgânicos no crescimento de espécies arbóreas. Francisco Beltrão – PR, 2015;

CONCEIÇÃO, P. S. da. Avaliação da tratabilidade da cama de frango por processos aeróbios de compostagem visando sua reutilização. 2012. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)** – Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG, 2012;

DAI PRÁ, M. A. Desenvolvimento de um sistema de compostagem para o tratamento de dejetos de suínos. 2006. 125f. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Zootecnia, Pelotas, RS, 2006;

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10–13, 1960;

EMBRAPA. **Agência de Informação Embrapa**. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215880/1/CT-123.pdf>. Acesso em: 20 abril. 2021;

FRANCO, G. G; SILVA, SAMUEL L; EMILIANO, E. D; SILVA, M. V. S; COSTA, F. S. Produção Agroecológica de Compostagem de Folhas, Frutos e Madeira Triturada. **Cadernos de Agroecologia**, Cáceres-MT, v. 13, n. 2, p.1-5. 2018;

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO STAT - Livestock Primary**. Roma, Italy, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> Acesso em: 20 abril. 2021;

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. da. Manual prático para a compostagem de biossólidos. Londrina: **Universidade Estadual de Londrina**, 1999;

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da. Formação de povoamentos florestais. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2008.

FONSECA, É. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, p.515-523, 2002.

GAVILANES-TERÁN, I., JARA-SAMANIEGO, J., IDROVO-NOVILLO, J., BUSTAMANTE, M. A., MORAL, R., PAREDES, C. Windrow composting as horticultural waste management strategy - A case study in Ecuador. **Waste Management**, v. 48, p. 127-134, 2016.

GLUFKE, C. Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas. Porto Alegre: **Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul**, 1999;

GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 18, n. 10, p. 1111–1116, 11 out. 1987. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00103628709367886> Acesso em: 06 mar. 2021;

GOUVEIA, N. Resíduos Sólidos Urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Departamento de Medicina Preventiva, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo**, São Paulo. 2012. 8p. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141381232012000600014&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 mar 2021;

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. Proceedings... **Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service**, p.218-222. 1990.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário: Resultados definitivos**, 2017. IBGE, 2019;

INÁCIO, C. de T.; MILLER, P. R.M. Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2009;

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Classificação Climática. Cartas Climáticas: precipitação**, Londrina – Paraná. 2019;

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos. **Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República**: Brasília; 2012;

JULIATTO, D. L.; CALVO, M. J.; CARDOSO, T. E.; Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior. **Rev. GUAL.**, Florianópolis, v. 4, n. 3, p.170-193, set/dez. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/view/19834535.2011v4n3p170/21985> Acesso em: 13 mar 2021;

KIEHL, E. J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: **[s.n.]**, 1998. 171p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. **Gotha: Verlag Justus Perthes**. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

KUERA, N. Y. M. Árboles comunes del Paraguay. **Paraguai: Mercurio**, 458 p. 2002;

LIMA, L. M. Q. Lixo: tratamento e biorremediação. **Hemus** - 3 ed. rev. ampl. (268p.). ISBN: 85-289-0149-1. 2004;

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. **Nova Odessa: Editora Plantarum**, v.1, 352 p. 1998;

LOURENÇO, R. S. et al. Influência do substrato no desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 38, p. 13-30, 1999;

MANSO, K. R. J. Confinamento de bovinos: estudo do gerenciamento dos resíduos. **Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental)** Curso de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2007;

MARTINS, S. V. Recuperação de áreas degradadas: como recuperar áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e áreas de mineração. **Aprenda fácil**, 3 ed. Viçosa, MG. (264p.). ISBN 978-85-62032-90-5. 2013;

MORAES, L. M.; PAULA JÚNIOR, D. R. Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de resíduos da bovinocultura e da suinocultura. **Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 445-454, Ago. 2004.
Disponível em:
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010069162004000200025&lng=pt&tlng=pt Acesso em: 22 mar. 2021;

MOURA, J. Desempenho de composteira domiciliar confeccionada a partir de materiais reutilizados. 37 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental)** – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2018;

PEREIRA NETO, J. T. Manual de compostagem: processo de baixo custo – ed. rev. **UFV**.- Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. (81p.). ISBN 978-85-7269-317-2. 2007;

R Development Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org>. Acesso em 04 de ago 2021;

REITZ, R. Sapindáceas. In: Flora Catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 160 p. 1980;

RODRIGUES, M. A. et al. Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo. **Departamento de Zootecnia - UEM**. vol.37 no.6. Maringá - PR. 2008.
Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/Skkv5K5PgYrFHw6L8Z9by8g/?lang=pt>
Acesso: 19 abril. 2021;

SAIDELLES, F. L. F.; REINERT, D. J.; SALET, R. L. Crescimento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em três classes de solos, na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.17-25, Universidade Federal de Santa Maria. 2003;

SANCHOTENE, M.C.C. Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana. Porto Alegre: **SAGRA**, 306 p. 1989;

SANTIN, D.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E. L.; MORANDI, D.; DOMINGOS, D. M. Sobrevivência, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes. **Ciência Florestal, [s.l.]**, v. 25, n. 3, p.1-9. Universidade Federal de Santa Maria. 2015;

SANTOS, J. A. G. Recuperação e reabilitação de áreas degradadas pela mineração. **Cruz das Almas**, BA: UFRB. 44p.; il. ISBN: 978-85-5971-037-3. 2017;

TEIXEIRA, P. C. et al. Manual de métodos de análise do solo. Brasília, DF: **Embrapa**, (573p.). ISBN 978-85-7035-771-7. 2017;

ZUCCONI, F.; BERTOLDI, M. Specification for solid waste compost. In: The biocycle guide to the art & science of composting. Emmaus: J. G. Press., p. 200-205, 1991.