

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS FRANCISCO BELTRÃO
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

MARIA LUIZA KOCK

**USO DE SUBSTRATO COMPOSTADO DE CAMA DE AVIÁRIO NO
DESENVOLVIMENTO DE *Ilex paraguariensis***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO - PR

2019

MARIA LUIZA KOCK

**USO DE SUBSTRATO COMPOSTADO DE CAMA DE AVIÁRIO NO
DESENVOLVIMENTO DE *Ilex paraguariensis***

Projeto referente ao Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da UTFPR, Câmpus Francisco Beltrão

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Denise Andréia Szymczak

FRANCISCO BELTRÃO - PR

2019



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Francisco Beltrão



Curso de Engenharia Ambiental

TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

**USO DE SUBSTRATO COMPOSTADO DE CAMA DE
AVIÁRIO NO DESENVOLVIMENTO DE *Ilex paraguariensis*** por

Maria Luiza Kock

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 7:30 horas, do dia 25 de novembro de 2019, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. A candidata foi arguida pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Banca Avaliadora:

Denise Andréia Szymczak

(Presidente da Banca)

Fernanda Barizon

(Membro da Banca)

Izadora Consalter Pereira

(Membro da Banca)

Denise Andréia Szymczak

(Professora Responsável pelo TCC)

Wagner de Aguiar

(Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental)

“O Termo de Aprovação encontra-se assinado na Coordenação do Curso.”

RESUMO

KOCK, Maria Luiza. **Uso de substrato compostado de cama de aviário no desenvolvimento de *Ilex paraguariensis***. 2019. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2019.

O desenvolvimento da sociedade juntamente com a crescente necessidade de produzir significativas quantidades de alimento, tem garantido prejuízos para o meio ambiente devido à quantidade de resíduos gerados e com áreas sendo degradadas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do composto proveniente da compostagem de cama de aviário e de poda urbana no desenvolvimento de *Ilex paraguariensis* (erva-mate). A compostagem, realizada na área experimental da UTFPR – FB, foi monitorada por meio dos parâmetros pH, teor de água, temperatura e teor de sólidos voláteis. Após o tratamento, os compostos foram avaliados quanto ao potencial para produção de mudas de erva-mate. Para essa produção utilizaram-se cinco tratamentos, T1:30% de composto e 70% de terra de subsolo; T2:20% de composto e 80% de terra de subsolo; T3:10% de composto e 90% de terra de subsolo; T4:0% de composto e 100% de terra de subsolo; T5:Substrato comercial. Para acompanhamento das mudas, verificou-se as características fitomorfológicas, altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas. urbana. A partir dos valores médios de todos os parâmetros fitomorfológicos analisados, observou-se que não foram obtidas diferenças significativas no crescimento da altura, do diâmetro de coleto e do número de folhas entre os tratamento avaliados. Deste modo, foi possível obter um composto estável a partir do resíduo de cama de aviário e poda.

Palavras-chaves: Compostagem. Resíduos sólidos. Áreas degradadas.

ABSTRACT

KOCK, Maria Luiza. **Use of poultry composted substrate in the development of *Ilex paraguariensis***. 2019. 41 f. Course conclusion paper (graduation) – University degree in environmental engineering. Technological Federal University of Paraná. Francisco Beltrão, 2019.

The development of the society with the growing needs to produce meaningful amounts of food has ensured significant damage to the environment due to the large amount of waste generated and large areas being degraded. In this context, the objective of this paper was to evaluate the efficiency of compost from the composting of poultry litter and urban pruning in the development of *Ilex paraguariensis* (erva mate). The compound was performed in the experimental area of - UTFPR - FB, it was monitored by pH, water content, temperature and volatile solids parameters. After treatment, the compounds were evaluated for the potential for mate seedling production. For this production five treatments were used, T1: 30% compost and 70% underground soil; T2: 20% compost and 80% subsoil; T3: 10% compost and 90% subsoil; T4: 0% compost and 100% subsoil; T5: Commercial Substrate. For monitoring the seedlings, the phytomorphological characteristics were verified shoot length, coleto diameter and leaf number. It was possible to obtain a stable compound from the residue of poultry litter and urban pruning. Verifying the average values of all phytomorphological parameters analyzed, it was observed that no significant differences were observed in height growth, stem diameter and leaf number among the evaluated treatments.

Keywords: Composting. Solid waste. Degraded areas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composteiras montadas.....	22
Figura 2 - Peneiramento do composto estabilizado.....	23
Figura 3 - Amostras na estufa para a realização de teor de água e posteriormente sólidos voláteis.	25
Figura 4 - Disposição dos blocos e tratamentos do experimento de produção de mudas de erva-mate com diferentes doses de composto orgânico.....	27
Figura 5 - Monitoramento da temperatura em cada composteira.	28
Figura 6 - Monitoramento do pH em cada composteira.....	29
Figura 7 - Monitoramento do teor de água nas composteiras.....	31
Figura 8 - Composteira desmontada pela atração de macro vetores.	31
Figura 9 - Monitoramento dos sólidos voláteis.....	32
Figura 10 - Característica de necrose foliar observada no recebimento das mudas.	33
Figura 11 - Crescimento do diâmetro de coleto das mudas de erva-mate.	34
Figura 12 - Aumento médio de crescimento da altura das mudas com o passar do tempo.	35
Figura 13 - Média do número de folhas das mudas de erva mate.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	11
3.1.1 CAMA DE AVIÁRIO	11
3.2 RESÍDUO DE PODA	12
3.3 COMPOSTAGEM	13
3.3.1 Sólidos Voláteis.....	14
3.3.2 Aeração.....	14
3.3.3 Teor de água	14
3.3.4 Temperatura.....	15
3.3.5 pH.....	16
3.3.6 Relação carbono/nitrogênio (C/N)	16
3.3.7 Granulometria.....	17
3.4 PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS	17
3.5 <i>Ilex paraguariensis</i>	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	20
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA COMPOSTAGEM	23
4.5 PRODUÇÃO DE MUDAS	26
4.6 ANÁLISE DA QUALIDADE DAS MUDAS POR MEIO DE PARÂMETROS FITOMORFOLÓGICOS	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5.3 ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA DA COMPOSTAGEM	28
5.4 ANÁLISE FITOMORFÓLICA DAS MUDAS DE ERVA-MATE	32
5.2.1 Diâmetro das mudas	33
5.2.2 Altura das mudas	34
5.2.3 Número de folhas das mudas.....	35
5.2.4 Análise estatística das mudas	36
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente vem aumentando desde meados da década de 70, quando as grandes potências mundiais perceberam que é necessário desenvolver-se de forma sustentável.

Os primeiros sinais de preocupação refletiram na reunião do clube de Roma, em 1968, em que se avaliou que o desenvolvimento desenfreado deveria ser detido, para que a poluição diminuísse, não sendo possível conciliar o desenvolvimento com a redução da poluição (JACOBI, 1999). Já a conferência de Estocolmo, em 1970, chegou à conclusão que não seria necessário impedir o desenvolvimento, sendo citado, pelas primeiras vezes o termo “desenvolvimento sustentável”, que tem como objetivo o desenvolvimento em harmonia com o meio ambiente (JACOBI 1999). Nessa mesma época, no Brasil, iniciou-se a instalação de empresas trazendo várias tecnologias e avanços para a comercialização da carne de frango (ZEN, 2014).

Com o rápido crescimento econômico e tecnológico no Brasil, a primeira vez em que esteve em pauta a problemática do meio ambiente, foi em 1992, na Cúpula da Terra, ocorrida no Rio de Janeiro, nessa reunião adotou-se a Agenda 21, que é um diagrama para a proteção do planeta terra e para o desenvolvimento sustentável.

O setor de avicultura tem grande espaço na economia nacional, segundo CEPEA em 2019 o Brasil exportará cerca de 3,8 milhões de toneladas de carne de frango, número que representa o aumento de 2,4% comparado ao ano de 2018. Nesse contexto, segundo a ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal), em 2019 são mais de 130 mil famílias que têm seu sustento dependente da produção avícola, gerando empregos que totalizam aproximadamente 3,5 milhões de forma direta e indireta.

Nesse compasso, os resíduos gerados nesse modelo de negócio passaram a ser um problema ambiental. Esse material é comumente chamado de cama de aviário, caracterizados como dejetos ricos em nitrogênio produzido pelas aves durante o período de confinamento. Se não descartado de forma correta, pode gerar vários prejuízos ao meio ambiente, tais como poluição de recursos hídricos, do ar e do solo.

Dentre as técnicas de tratamento de resíduos orgânicos, a compostagem apresenta-se como uma alternativa monetariamente interessante, viável e ambientalmente correta. Além disso, o processo de compostagem apresenta vantagens, como a flexibilidade operacional, baixo custo de produção e obtenção de um produto com valor agregado.

Nesse sentido, dado o tratamento adequado, o passivo ambiental pode tornar-se um ativo ambiental, por meio de alterações físico-químicas da matéria obtida no final da compostagem. O composto obtido no final do processo poderá ser utilizado para o desenvolvimento de mudas, que poderão ser empregadas para projetos de recuperação de áreas degradadas e na arborização urbana.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência do composto proveniente da compostagem de cama de aviário e de poda urbana no desenvolvimento de *Ilex paraguariensis* (Erva-mate).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Obter composto estável a partir de compostagem de resíduo de cama de aviário de frango e poda urbana;
2. Monitorar o processo de compostagem por meio de parâmetro físico-químicos: pH, temperatura, teor de sólidos voláteis e teor de água;
3. Produzir mudas da espécie de *Ilex paraguariensis* em diferentes proporções de composto e substrato comercial;
4. Avaliar a qualidade das mudas de *Ilex paraguariensis* produzidas nos diferentes tratamentos por meio dos parâmetros fitomorfológicos: comprimento de raiz, comprimento da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas entre os indivíduos de mesma espécie produzidos nos diferentes substratos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduos sólidos são gerados desde o princípio da civilização, por todas as atividades desenvolvidas. No entanto, antes da segunda guerra mundial esses resíduos, em sua maioria orgânicos, apresentavam rápida decomposição e eram gerados em menores quantidades *per capita*. Entretanto, atualmente os resíduos produzidos têm em suas composições elementos químicos e muitas vezes tóxicos que além de serem prejudiciais ao ser humano, podem poluir o solo, e além de tudo, apresentam lenta degradação (JULIATTO; CALVO; CARDOSO, 2012).

Segundo Lima (1995), resíduo sólido é qualquer resíduo resultante das atividades do homem na sociedade, em que sua origem e formação é dependente de vários aspectos, como por exemplo, os hábitos e costumes da população, nível educacional e a área relativa de produção.

De acordo com a NBR 10.004/2004, os resíduos sólidos são definidos como resíduos no estado sólido ou em estado semi-sólido, sendo resultante de atividades industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

No Brasil, no ano de 2010 foi instituída a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, pela Lei Federal nº 12.305/2010 a qual estabelece os objetivos, diretrizes, instrumentos, princípios, meta e ações que devem ser tomadas onde se visa a gestão integrada dos resíduos sólidos (IPEA, 2012).

3.1.1 CAMA DE AVIÁRIO

O resíduo produzido em maior quantidade pelos avicultores é a cama de aviário, que tem alta concentração de nutrientes. Essa concentração ocorre, pois, as rações que são utilizadas para alimentar os animais é concentrada em nutrientes, assim, quando a cama de aviário é aplicada no solo sem tratamento prévio, pode ocorrer a contaminação do solo, das águas e da vegetação (HAHN, 2004).

Segundo Fiori et al. (2008) a taxa de degradação dos resíduos é menor que sua taxa de produção, dessa maneira, é muito importante a realização de medidas para a degradação ocorra de forma eficiente.

Segundo Hahn (2004), a cama de aviário é constituída por restos de ração, excrementos do frango, que podem conter organismos patogênicos, penas, urina das aves juntamente com o material absorvente de umidade. É um fertilizante de baixo custo e risco ambiental, se utilizado após tratamento e aplicação correta.

Grandes quantidades de resíduos produzidos pelas agroindústrias, geralmente são dispostos em aterros sanitários, diminuindo sua vida útil, ou muitas vezes, esses resíduos são estocados sem um destino definido, contribuindo com a atenuação de problemas sanitários e ambientais (FIORI et al., 2008). Segundo Hahn (2004), os elementos mais prejudiciais presentes na cama de aviário são o fósforo e o nitrogênio, que podem contaminar a água, o solo e a atmosfera. Além destes dois elementos também são encontrados, potássio, cobre, zinco e magnésio em menores proporções.

3.2 RESÍDUO DE PODA

O resíduo de poda é classificado segundo a Lei Federal nº 12.305/10 como resíduo de limpeza urbana. Além disso, a NBR 10.004/2004, classifica-os como resíduo classe II A, não perigoso e não inerte, assim, o mesmo pode ser utilizado para a realização do processo de compostagem.

Segundo Chiarelotto e Monzani (2015), que realizaram o estudo sobre a degradação de resíduos orgânicos utilizando a poda urbana juntamente com o resíduo do restaurante universitário, concluíram que a utilização deste material rico em carbono é viável devido a sua disponibilidade e seu baixo custo.

Assim, a mistura de podas de árvores e esterco, após o processo de compostagem, pode resultar em um composto que pode ser utilizado como regulador do solo (BARATTA JÚNIOR E MAGALHÃES, 2010).

Segundo Baratta Júnior e Magalhães (2010), os quais desenvolveram uma pesquisa que avalia o uso do material resultante da compostagem com resíduo de poda, estes resíduos podem ser equivocadamente destinados aos aterros sanitários, diminuindo a vida útil, ou ainda, esse resíduo pode ser queimado, liberando gases poluentes, ao passo que essas duas destinações são consideradas inadequadas.

3.3 COMPOSTAGEM

A Resolução CONAMA nº 481/2017, estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos. Além desta Resolução, segundo a instrução normativa nº 46/2011 do Ministério de da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, compostagem é definida como um processo físico-químico, que pode ser realizada de modo natural ou controlada, utilizando matérias primas de origem animal ou vegetal, ao passo que o produto resultante da compostagem chamado de composto orgânico

A compostagem apresenta-se como um processo de tratamento de resíduos orgânicos que pode ser realizada utilizando resíduos de fontes diversas, como o resíduo urbano, industrial, agrícola e florestal. Nesse processo, ocorre de forma biológica, a decomposição e estabilização de substratos, e este, depende de algumas condições que favorecem seu desenvolvimento de forma controlada (CERRI, 2008).

Ainda segundo Cerri (2008), a compostagem é um processo de oxidação biológica em que os organismos presentes no processo de degradação dos nutrientes liberam vapor d'água e dióxido de carbono, ocorrendo naturalmente no ambiente.

O processo completo da compostagem até a obtenção do material estável ocorre no período de aproximadamente de 90 a 120 dias, se as condições como teor de água, aeração, relação carbono/nitrogênio, temperatura e pH estiverem reguladas (CERRI, 2008).

O processo de compostagem apresenta uma série de vantagens, dentre elas, além de transformar um passivo ambiental em ativo ambiental, também a redução da carga de resíduos orgânicos destinados aos aterros sanitários e, conseqüentemente, contribui para a diminuição da emissão dos gases causadores do efeito estufa (GOMES et al., 2015).

Existem várias maneiras de realizar o processo de degradação de matéria orgânica através da compostagem. Podem ser realizados projetos em pequena ou grande escala, utilizando composteiras, que podem ser construídas de alvenaria, madeira ou arame, ou ainda, sem a utilização de estruturas, mudando apenas a

forma como é ela é montada, podendo ser em pilha, em formato trapezoidal ou triangular (SOUZA et al., 2001).

3.3.1 Sólidos Voláteis

Os sólidos voláteis são utilizados como um dos parâmetros para a avaliação da degradação da matéria orgânica, a qual inicia-se com uma taxa mais elevada e ao final do processo, espera-se reduzida taxa (ISMAEL et.al., 2013).

A redução ocorre com a degradação de compostos orgânicos, transformando os em minerais, assim no início do processo o teor é alto por apresentar maior quantidade de produtos orgânicos e depois essa quantidade diminui.

Para Perereira Neto (2007) o teor de sólidos deve apresentar uma redução de cerca de 40% do seu valor inicial para corroborar que o processo ocorreu de forma satisfatória.

3.3.2 Aeração

Segundo Cerri (2008), a aeração é o principal fator a ser considerado no tratamento de resíduos por meio da compostagem, e ainda complementa que, quanto maior a teor de água, mais deficiente é a oxigenação do processo, sendo a aeração uma providência a ser tomada para corrigi-la. Segundo Hahn (2004), a falta de oxigênio gera um processo anaeróbio, deixando o processo de nitrificação mais lento.

Ainda segundo Cerri (2008) a aeração pode ser realizada por meio do revolvimento periódico das leiras, por insuflação ou por aspiração, procedimentos estes que evitam o mau cheiro e possível atração de vetores.

Segundo Aquino (2005), o reviramento pode ocorrer uma vez por semana, para garantir que a atividade microbiana ocorra adequadamente e o processo de compostagem ocorra de forma eficaz.

3.3.3 Teor de água

O controle do teor de água em uma leira restringe-se ao máximo de 60% e ao mínimo de 40% de teor de água. Dessa forma a produção de líquidos lixiviados é impedida e assim zelando para que o meio em que as leiras se localizam seja preservado (PEREIRA NETO, 2007).

Inácio (2015) mencionou que os resíduos devem apresentar entre 50% e 70% de umidade, no qual o melhor índice, segundo o autor, seria 60% para que o sistema não apresente teor de água em excesso e tampouco em escassez, uma vez que ambas as situações prejudicam o desenvolvimento dos microrganismos presentes na composteira.

O teor de água deve ser controlada pois segundo Hahn (2004), quando o processo de compostagem tem seu teor de água muito elevado, ocorre o processo de amonificação, onde a amônia é liberada para a atmosfera podendo prejudicar seres vivos e contribuindo para o desenvolvimento de chuvas ácidas.

Para o controle desse fator, quando se tem a presença de teor de água acima de 60%, deve-se adicionar material seco, como folhas e serragem. Quando teor de água reduzido, deve-se adicionar água expondo a leira à chuva ou adicionar resíduo com alto teor de umidade (PEREIRA NETO, 2007). Ao final do processo de compostagem, o teor de água deve apresentar-se entre 40% e 30%, para demonstrar que o processo está concluído e estabilizado (CERRI, 2008).

3.3.4 Temperatura

Sendo um processo biológico aeróbio, a compostagem, consiste em duas etapas principais, a termofílica e a mesófila. A primeira fase é desenvolvida por meio de microrganismos que apresentam a degradação ativa, nesta fase a temperatura pode atingir até 65°C, entretanto temperaturas muito altas podem dificultar o desenvolvimento das atividades microbiológicas, por isso é importante o manejo correto da temperatura na composteira. Na segunda fase, de maturação, o produto estará em fase mesofílica, ou seja, menor que 45°C (PEREIRA NETO, 2007).

A temperatura é regulada por meio da oxigenação e do teor de água, dessa forma quando esses dois fatores são regulados a temperatura tende a estar na faixa ideal para cada fase do processo (PEREIRA NETO, 2007).

Segundo Junior, Orrico e Junior (2010) na primeira fase do processo, a temperatura aumenta rapidamente, com essa característica, os elementos patógenos e sementes presentes na pilha são eliminados.

Benites (2011), apresenta que a primeira fase da compostagem, também conhecida como fase termofílica, pode atingir temperaturas acima de 80°C, e que essas temperaturas elevadas são necessárias para a eliminação de agentes patógenos. Entretanto, essa temperatura elevada pode ser prejudicial aos organismos humidificadores, que apresentam a temperatura ambiente como a faixa de temperatura ideal, a melhor para desenvolverem-se.

Segundo Conceição (2012), devido ao predomínio de organismos termofílicos, essa população é extremamente ativa, e por isso ocorre a rápida degradação da matéria juntamente com o grande consumo de oxigênio (O₂). A maturação ocorre quando a matéria orgânica está em processo de estabilização e a temperatura diminui para menos que 45°C, essa etapa tem predomínio de organismos mesófilos.

3.3.5 pH

No início da decomposição da matéria orgânica, desenvolvem-se organismos que apresentam fermentação, e o pH, neste caso, torna-se mais acidificado. Na fase seguinte, os ácidos são consumidos por outros agentes biológicos, elevando o pH. Geralmente, no início do processo, o pH varia próximo a 4,5, ao final, o composto curado humificado apresenta valores entre 7,0 e 8,5 (PEREIRA NETO, 2007).

Isso acontece como resultado da digestão de matéria orgânica pelos fungos e bactérias presentes na composteira, posteriormente, com a decomposição desses ácidos, por meios oxidativos, o pH, torna-se mais básico (CERRI, 2008).

3.3.6 Relação carbono/nitrogênio (C/N)

Para se obter um composto de boa qualidade, é necessário que os resíduos apresentem proporções corretas de carbono e nitrogênio (FIORI et al., 2008). É importante que o composto utilizado tenha a proporção inicial aproximada de 30:1 (carbono/nitrogênio). Para garantir alta eficiência microbiológica, o carbono, que tem como função básica fornecer energia aos microrganismos, pode ser encontrado

em resíduos palhosos. Já o nitrogênio, necessário para a produção protoplasmática dos microrganismos (conteúdo celular), podem ser encontrados em leguminosas (PEREIRA NETO, 2007). Segundo Cerri (2008), os materiais utilizados para a compostagem podem ser divididos em duas classes, os ricos em carbono e os ricos em nitrogênio.

Materiais frescos e verdes tendem a ser mais ricos em nitrogênio do que os materiais mais secos e de cor castanha, isso pode ser explicado pela falta de clorofila, que é rica em nitrogênio. Assim, quando o material que era verde encontra-se com aspecto castanho, pode-se entender que a clorofila desta matéria foi decomposta (CERRI, 2008)

A mistura dessas duas classes de resíduos orgânicos tem por objetivo sujeitá-las ao processo de compostagem microbiológica e assim obter um composto regulador de solo, que poderá ser utilizado na agricultura e, deste modo, destinar os materiais que estariam poluindo o ambiente (CERRI, 2008)

3.3.7 Granulometria

Uma boa homogeneização é fundamental para o desenvolvimento da compostagem, para que isso ocorra, a granulometria é um fator importante. Segundo Pereira Neto (2007), os materiais utilizados devem apresentar tamanho de partículas adequadas, para garantir a não compactação do material, aumentando a área superficial, e a taxa de degradação, diminuindo a duração do processo de compostagem até a produção do composto final.

De acordo com Inácio e Miller (2009), sugere-se que a granulometria recomendada, ou seja, as dimensões das partículas que são utilizadas para a compostagem, estejam compreendidas entre 0,3 e 0,5 centímetros.

3.4 PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

As florestas são importantes patrimônios no Brasil, trazendo benefícios sociais, ambientais e econômicos para o país, fornecendo matéria prima para vários setores (FERREIRA; SILVA, 2008). Assim, a partir de 1980, começou-se a realizar processos para recuperação de áreas que foram degradadas por ações antrópicas,

para a obtenção de recursos como a madeira ou ainda, para obter espaço para a agricultura (MARTINS, 2013).

A principal função da produção de mudas florestais nativas é a posterior utilização para recuperação de áreas degradadas, as quais são áreas que após sofrerem um impacto negativo, não conseguem recuperar-se e tampouco restabelecer as condições de equilíbrio ecológico (MARTINS, 2013).

Para a realização de plantios com a intenção de preservar ou de recuperar uma área, é de grande importância que sejam utilizadas espécies de árvores nativas para essa finalidade (FERREIRA; SILVA, 2008).

Desta forma, para a recomposição de áreas degradadas, pode ser utilizadas espécies nativas, como a erva mate (*Ilex paraguariensis*) para proporcionarem o reestabelecimento mais próximo do original possível.

3.5 *Ilex paraguariensis*

O francês Auguste de Saint Hilaire identificou e catalogou, em 1820, a *Ilex paraguariensis* (erva mate), a qual recebeu este nome dado a localização onde foi encontrada, em uma região do Paraguai chamada Paraguari (OLIVEIRA e ROTTA, 1985).

A erva-mate é encontrada no Paraguai, e no Brasil, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e em algumas regiões do Mato Grosso do Sul e de São Paulo, em que aproximadamente 596 municípios desenvolvem a atividade de ervateira (ESMELINDRO et al., 2002). Segundo Daniel (2009), a erva mate se encontra em floresta ombrófila mista, e se localiza no sub-bosque, ou seja, abaixo das árvores de grande porte.

Segundo Wendling (2016), a erva mate integra sistemas agroflorestais, e está economicamente presente para a manutenção do pequeno produtor rural. Ainda segundo o autor, são cerca de 486 municípios entre os estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul que empregam aproximadamente 710 mil trabalhadores neste setor.

Para se obter o bom estabelecimento e desenvolvimento de espécies nativas, é importante que as mudas tenham qualidade. A referida qualidade pode ser afetada pelo tipo de semente, substrato, adubação e manejo utilizado em seu desenvolvimento (CALDEIRA et al., 2008).

De acordo com Quadros (2009), a *Ilex Paraguariensis* possui grande importância econômica e cultural para o sul do Brasil. As pessoas tomam o tradicional chimarrão, que é um chá de sabor amargo realizado com a erva, o qual tem mudanças no gosto de acordo com os aspectos em que a planta foi submetida enquanto estava se desenvolvendo (ZERBIELLI, 2016).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

A pesquisa foi desenvolvida no município de Francisco Beltrão, Paraná, na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). O local onde as composteiras foram dispostas foi limpo, e as plantas anteriormente presentes no local foram retiradas com o auxílio de uma enxada.



O município de Francisco Beltrão está localizado nas coordenadas geográficas 26°04'20"S e longitude 53°03'20"W, com clima caracterizado como Cfa – Subtropical (KÖPPEN; GEIGER, 1928). 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°C a 19°C IAPAR (Instituto agrônomo do Paraná, 2019). As precipitações segundo o IAPAR ficam em uma média de aproximadamente entre 2000 milímetros a 2200 milímetros por ano.

O município faz divisa com as cidades de Marmeleiro, Renascença, Flor da Serra do Sul, Manfrinópolis. Segundo o Plano Diretor (2017) o município de

Francisco Beltrão está localizado no terceiro planalto paranaense, possui o solo formado principalmente por rochas basálticas, caracterizando a presença de argila.

5.2 MONTAGEM E REVOLVIMENTO DAS PILHAS DE COMPOSTAGEM

As três pilhas de compostagem serão realizadas com dois tipos de resíduos, sendo eles a cama de aviário e o resíduo de poda de árvores. O primeiro é um material rico em nitrogênio, e será obtido a partir doação de um avicultor da região. O segundo, será fornecido pela Secretaria de Meio Ambiente de Francisco Beltrão já triturado.

As pilhas de compostagem foram montadas individualmente com dimensões iniciais de 60 centímetros de altura e aproximadamente 315 centímetros de perímetro. Com o desenvolvimento do projeto, as pilhas foram revolvidas semanalmente e assim tentou-se manter as características iniciais (Figura 1).

O monitoramento das composteiras ocorreu diariamente, ao passo que nas duas primeiras semanas foram reviradas duas vezes por semana, para obter aeração necessária, e nas outras semanas foi realizado um reviramento semanal até encerramento do processo de compostagem e efetiva produção de composto orgânico. O reviramento foi feito de forma manual, com auxílio de equipamentos como enxada e pá.

A montagem da compostagem baseou-se no método de Nunes (2009), utilizando o modelo descrito como monte. Para que a relação de carbono/nitrogênio seja adequada, com base em Nunes (2009) os resíduos serão dispostos a 30% de cama de aviário e 70% de resíduo de poda. Na montagem da composteira, serão utilizados aproximadamente 180 quilos de cama de aviário, somado com cerca de 420 quilos de poda, onde serão divididos em três montes com em torno 60 quilos de cama de aviário em cada e aproximadamente 140 quilos de resíduo de poda em cada monte, totalizando 200 quilos por monte

Figura 1 – Pilhas de compostagem montadas.



Por fim, quando o produto da compostagem estava estabilizado foram reunidas as três pilhas do estudo e foram peneiradas utilizando uma peneira de plástico com tela de aço de 40 centímetros de diâmetro com poros de 2 centímetro de diâmetro, para que o produto fosse separado do material que tem tempo mais longo de degradação, como pedaços maiores de poda (Figura 2).

Figura 2 - Peneiramento do composto estabilizado.



4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA COMPOSTAGEM

Para o monitoramento das pilhas, foram analisados semanalmente as análises de monitoramento de pH, teor de água e sólidos voláteis. A temperatura foi aferida diariamente utilizando um termômetro digital com um espeto de sete centímetros para medir a temperatura no interior da pilha. Deste modo, utilizou-se o método de Pereira Neto (2007), em que se aplicam três aferições de temperatura por pilha, realizando uma média simples dos três resultados para obter a temperatura de cada composteira.

Para as análises semanais de teor de sólidos, pH e teor de água, os Laboratórios de Águas e Efluentes e Laboratório de Solos foram utilizados semanalmente para realização das referidas análises. Posteriormente a realização da compostagem, outro local foi disponibilizado para o desenvolvimento das mudas com seus diferentes tratamentos como pode-se observar na Figura 3.

Figura 3 - Disposição das mudas em seus diferentes substratos no local determinado.



A determinação do teor de água do resíduo foi realizada segundo metodologia proposta por Lima (1995), a qual submeteu as amostras em triplicata a um processo de secagem em que ficaram expostas a temperatura de aproximadamente 105°C em estufa por 24 horas (Figura 3). Na sequência, utilizando os seguintes fatores, foram realizados os cálculos necessários conforme descritos nas equações 1 e 2, para obter o teor de massa e o teor de resíduo seco, respectivamente.

$$U(\%) = \frac{(WiA - WfA)}{WiA} \quad (1)$$

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

Em que:

U = teor de água na massa (%)

WiA = peso inicial da amostra (g)

WfA = peso final da amostra (g)

RS = teor de resíduo seco (%)

Figura 4 - Amostras na estufa para a realização de teor de água e posteriormente sólidos voláteis.



Segundo metodologia determinada por Lima (1995), determinados o teor de água, deve-se encaminhar as amostras à mufla a uma temperatura de 550°C por duas horas. Para a obtenção do teor de sólidos voláteis a Equação 3 foi utilizada

$$SV(\%) = \frac{(WiA - WfA)}{WiA} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

SV = Sólidos Voláteis (%)

WiA = peso inicial da amostra (g)

WfA = peso final da amostra (g)

Para a determinação do pH foi utilizado um pHmetro digital de bancada disponível no laboratório de Águas e Efluentes onde este equipamento foi previamente calibrado de acordo com instruções do aparelho. As análises deste parâmetro também foram realizadas em triplicata segundo a metodologia de Silva (2009).

O processo de compostagem encerrou-se quando o composto apresentou características de temperatura ambiente por quatro semanas consecutivas. Ao fim do processo de compostagem, os compostos foram peneirados e encaminhados para a produção de mudas.

4.5 PRODUÇÃO DE MUDAS

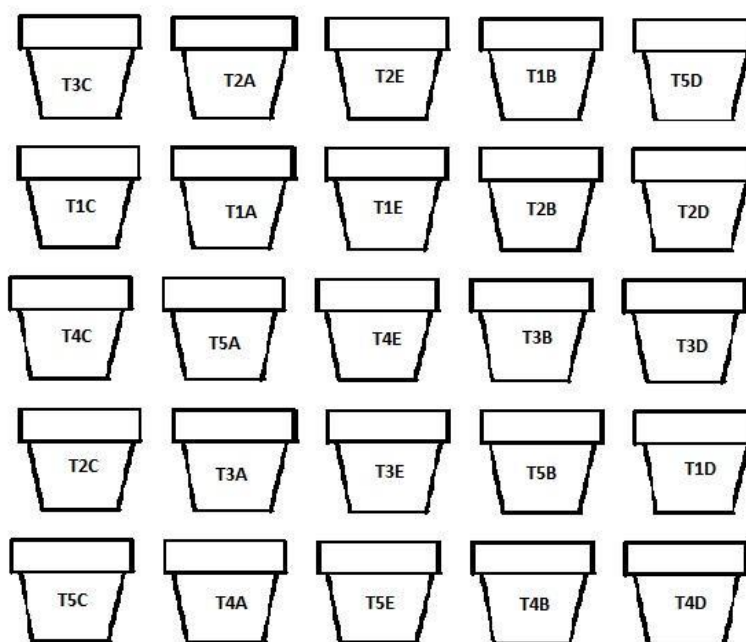
O produto resultante da compostagem foi utilizado no replantio de mudas de *Ilex paraguariensis*. Estas mudas foram obtidas no viveiro municipal de Flor da Serra do Sul. As mudas foram dispostas individualmente em vasos com 5,5 litros de capacidade e realizou-se cinco tratamentos que consistem em diferentes proporções de substrato proveniente da compostagem e de terra de subsolo. As combinações utilizadas foram:

- T1: 30% de composto e 70% de terra de subsolo;
- T2: 20% de composto e 80% de terra de subsolo;
- T3: 10% de composto e 90% de terra de subsolo;
- T4: 0% de composto e 100% de terra de subsolo;
- T5: 100% Substrato comercial.

A terra de subsolo foi retirada de Francisco Beltrão, no campus da Universidade Federal Tecnológica do Paraná, na camada de 20 cm a 40 cm de profundidade.

Para a realização das análises, foram utilizadas cinco mudas em cada tratamento, para assim aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos, totalizando uma quantidade de 25 mudas. A disposição de cada bloco e tratamento foram aleatorizadas para reduzir o erro amostral do experimento (Figura 4).

Figura 5 - Disposição dos blocos e tratamentos do experimento de produção de mudas de erva-mate com diferentes doses de composto orgânico.



4.6 ANÁLISE DA QUALIDADE DAS MUDAS POR MEIO DE PARÂMETROS FITOMORFOLÓGICOS

Foram analisados parâmetros fitomorfológicos como o diâmetro do coleto, altura e número de folhas entre os indivíduos produzidos nos diferentes substratos sob as mesmas condições de insolação.

Logo após o replantio, foi aferido o comprimento, o número de folhas e o diâmetro de cada muda de erva-mate, obtendo a medida de referência para comparação com as medidas posteriores. Novas medições foram realizadas a cada 15 dias e ao final, nos 60 dias.

Para medir a altura da parte aérea foi utilizada uma régua graduada em milímetros onde foi medido desde a base percorrendo toda a extensão da muda. Para medição do diâmetro de coleto, utilizou-se um paquímetro digital.

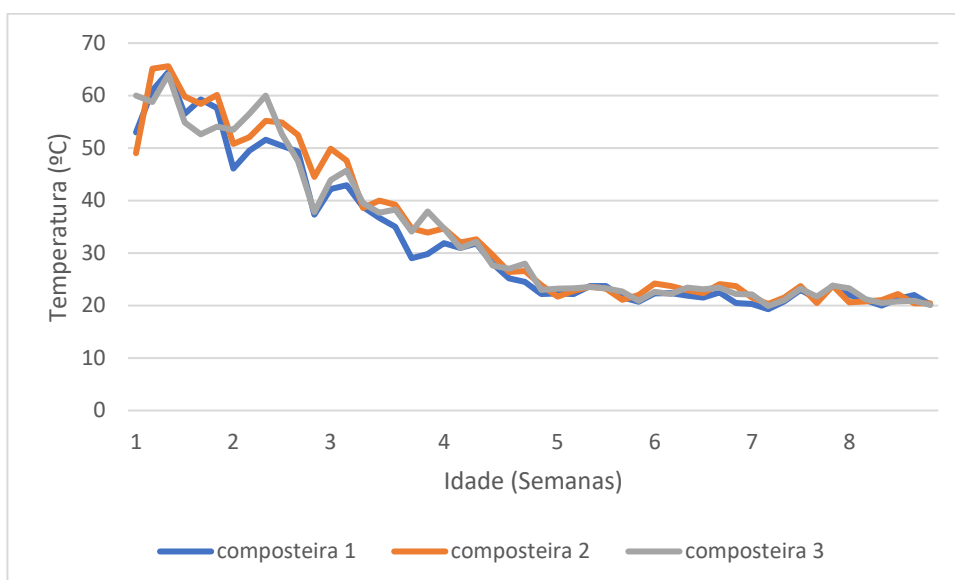
Para obter maior confiabilidade nos resultados de crescimento das mudas, foram realizados análise de variância (ANOVA), o teste de Tukey com o nível de significância 5%, sendo estes testes realizados no *software* R.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.3 ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA DA COMPOSTAGEM

O monitoramento da temperatura ocorreu diariamente, durante 8 semanas, resultando em dados que mostram o desenvolvimento da compostagem da fase termófila para a mesófila (Figura 5). Constataram-se temperaturas mais elevadas a partir da primeira até a terceira semana. Após este período, começou a diminuir até estabilizar e apresentar um gradiente baixo de semana para semana, apresentando-se estável a partir da quinta semana de ocorrência do processo.

Figura 6 - Monitoramento da temperatura em cada composteira.



Durante o monitoramento, a temperatura mais alta ocorreu na primeira semana chegando a 65°C. Segundo Conceição (2012), nesta temperatura ocorre a eliminação de organismos patogênicos. Com o desenvolvimento do processo, nota-se que a temperatura permaneceu alta, em torno de 65°C, nas primeiras três semanas e depois diminuiu e permaneceu aproximadamente 4 semanas consecutivas em temperatura constante e próxima da temperatura ambiente e ideal para a finalização do experimento.

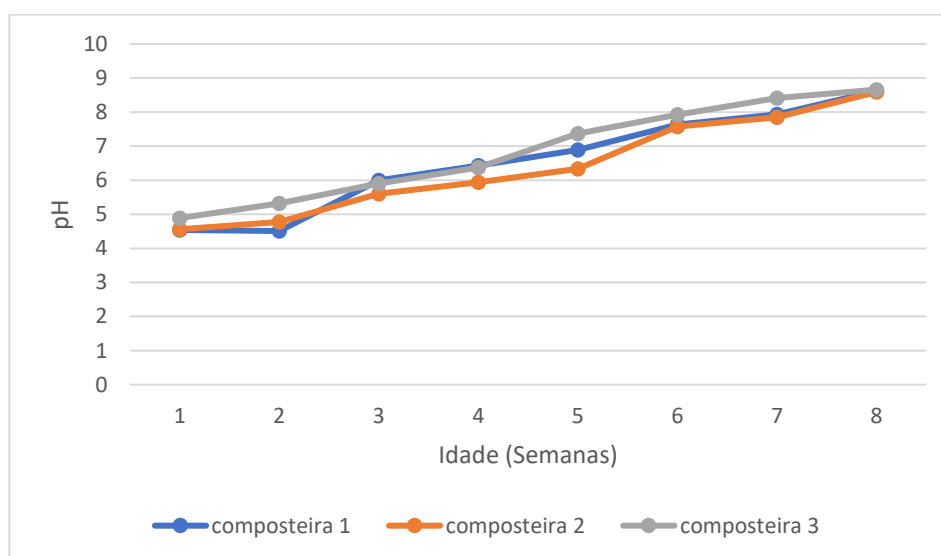
Ismael et al. (2013), compostando resíduos orgânicos domésticos encontraram valores de temperatura próximas a 75°C, acima do valor considerado adequado para a fase termófila segundo (CARLESSO et al., 2011), que se encontra

em torno de 65°C. Quando as temperaturas atingem temperaturas superiores a 65°C pode acarretar prejuízos a saúde dos microrganismos responsáveis pela degradação, isso pode ocorrer pelo alto teor de água, ou pela falta de reviramento (PEREIRA NETTO, 1996; WAGNER, 2017).

O processo de compostagem inicia-se com temperaturas elevadas, devido a necessidade que os microrganismos têm de oxigênio para a degradação de substâncias mais susceptíveis sendo eles os aminoácidos, as proteínas e os carboidratos (CARLESSO et al., 2011; ELIAS, 2014). Posteriormente, na fase mesofílica, ocorre a diminuição da atividade microbiana e o nitrogênio começa a ser decomposto para substâncias que possam ser assimiladas mais facilmente pela muda (ELIAS, 2014)

O parâmetro pH foi aferido semanalmente até a finalização do experimento (Figura 6). O pH foi monitorado semanalmente com valor inicial próximo a 4,5 e, ao final das oito semanas, obteve-se pH próximo a 8,5.

Figura 7 - Monitoramento do pH em cada composteira.



No início da degradação, estão presentes os microrganismos que produzem fermentação ácida, fato este que diminui o pH, depois desta fase, os ácidos produzidos são consumidos por agentes biológicos, e assim, conseqüentemente, o pH é elevado (VILHENA, 2010).

O aumento foi gradativo, observando-se o desenvolvimento de um material ácido para um produto com pH neutro. Esse mesmo comportamento foi observado

por Pereira Neto (2007) e Cerri (2008), em estudo com compostos orgânicos domiciliares.

Moura (2018) em seu experimento com diferentes tipos de composteiras, observou valores de pH entre 5 e 9, corroborando resultados similares aos obtidos neste trabalho. Assim, percebeu-se que o desenvolvimento do pH foi próximo com o de outros tipos de composteiras que utilizaram produtos diferentes para sua degradação.

O teor de água nas composteiras permaneceu com baixa variação ao longo das semanas, com máxima de aproximadamente 66% e a mínima de aproximadamente 56% de teor de água (Figura 7).

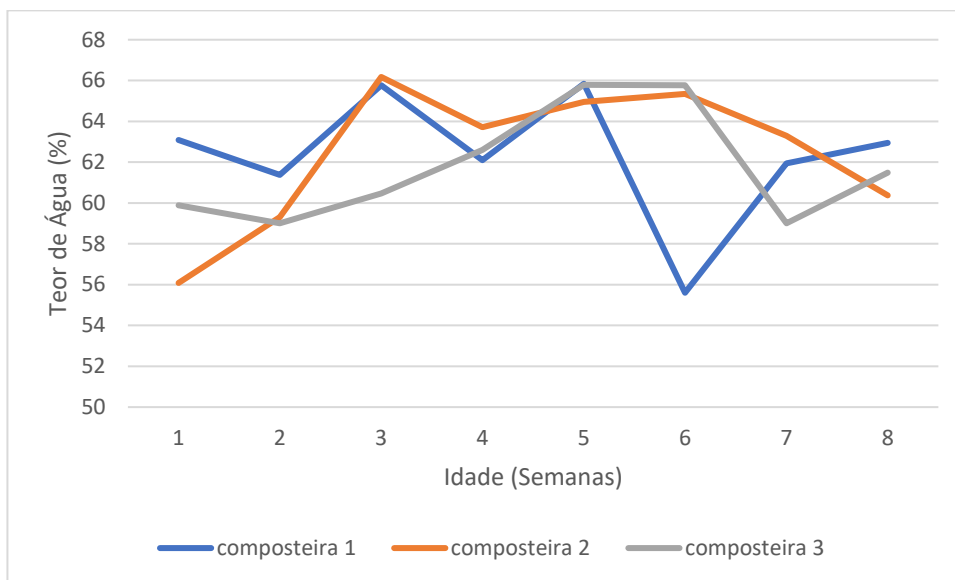
No início do processo, a composteira 2 apresentou o menor teor de água, com aumento brusco devido a correção realizada por meio da adição de água na mistura da compostagem. A correção foi ocasionada devido ao resultado da análise do teor de água e foi observado que em algumas partes da composteira estavam muito secas, mostrando a necessidade de adicionar água.

Ocorreram chuvas nas semanas 2, 4 e 7, no entanto, estas precipitações não interferiram de forma negativa para o teor de água nas composteiras, uma vez que elas eram revolvidas semanalmente para manter o processo de degradação eficiente.

O valor considerado ideal segundo Pereira Neto (2007) é de 60%, assim entende-se que o teor de água esteve próximo ao estado ótimo em todo o desenvolvimento do projeto, resultando no bom desenvolvimento microbiano do processo de compostagem.

Segundo Franco (2018) é indispensável que o teor de água da composteira fique próximo dos 60%, assim, pode-se perceber que os resultados obtidos mostram um desenvolvimento favorável aos microrganismos presentes nas composteiras.

Figura 8 - Monitoramento do teor de água nas composteiras.



Na semana 6, na composteira 1 ocorreu uma queda no teor de água, possivelmente devido a atração de macro vetores, o qual ocasionou um reviramento inesperado em uma das composteiras como pode ser observado na Figura 8.

Figura 9 - Composteira desmontada pela atração de macro vetores.



O teor de sólidos voláteis (Figura 9) nos primeiros monitoramentos apresentou teor de aproximadamente 65% e encerrou o processo em torno de 40%, indicando a quantidade de matéria orgânica e mineralizada das composteiras em seus estágios de desenvolvimento. Isso significa uma eficaz degradação dos compostos orgânicos presentes nos resíduos.

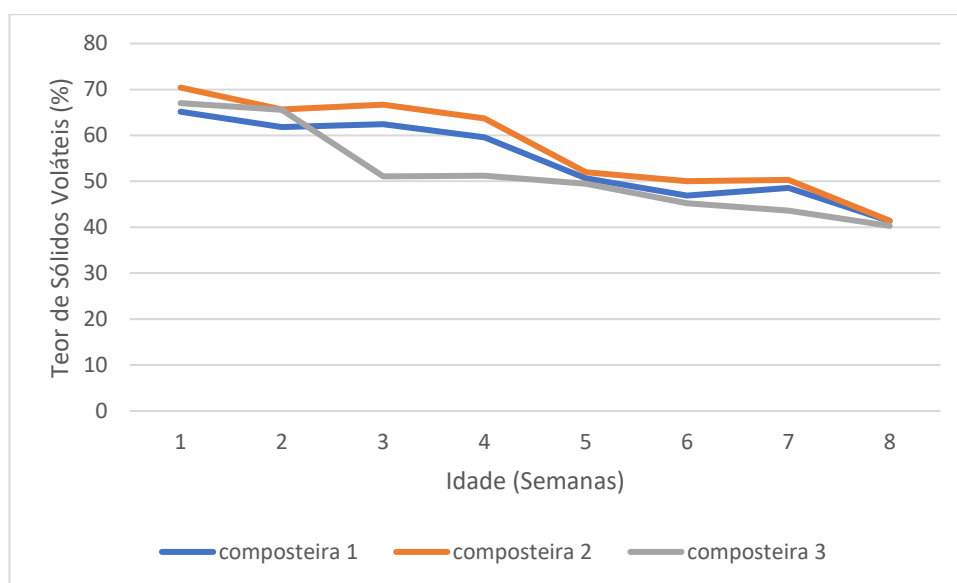
Para Pereira Neto (2007) o teor de sólidos voláteis tem início por volta de 80%, e termina próximo a 40%. No entanto, para o resíduo utilizado nesse projeto,

o teor de sólidos voláteis começou baixo e terminou próximo dos 40%. Ainda segundo Pereira Neto (2007), o processo deve ter uma diminuição de cerca de 40% do teor inicial para o teor final de sólidos voláteis, porém, nesse experimento ocorreu uma redução de aproximadamente 25%, podendo ser explicado que no início.

O teor de sólidos voláteis já era mais baixo do que os apontados pelas bibliografias devido ao processo de degradação de um dos resíduos já ter começados antes do início do processo de compostagem.

Para o experimento de Moura (2018) a redução de sólidos voláteis também não atingiu os resultados esperados, no entanto, a autora salienta que mesmo que os sólidos voláteis não reduziram conforme demonstrado pela literatura, ainda é importante realizar a compostagem para que os resíduos não sejam destinados a aterros sanitários.

Figura 10 - Monitoramento dos sólidos voláteis.



5.4 ANÁLISE FITOMORFÓLICA DAS MUDAS DE ERVA-MATE

As mudas de erva mate foram recebidas do viveiro em tubetes e percebeu-se que algumas possuíam necrose foliar, característica que segundo Souza et al. (2015) indica falta de potássio (K), e pode ser apresentada nas folhas mais velhas como morte de parte da folha (Figura 10).

Figura 11 - Característica de necrose foliar observada no recebimento das mudas.



As mudas foram acompanhadas diariamente, sendo assim possível regar e manejar os vasos para que elas pudessem se desenvolver. Algumas ervas daninhas cresceram e foram retiradas dos vasos.

No decorrer do experimento notou-se que as mudas de erva mate estavam submetidas a pouco sombreamento. Segundo Poletto et al. (2010), que desenvolveu um projeto estudando o desenvolvimento da erva mate em diferentes níveis de sombreamento, a espécie é prejudicada devido ao fato de ser uma espécie que habita naturalmente áreas de sub-bosque, ou seja, lugares com maior índice de sombreamento. Assim, a falta deste, resulta em diminuição da biomassa aérea e da espessura das folhas, além de mudança de sabor.

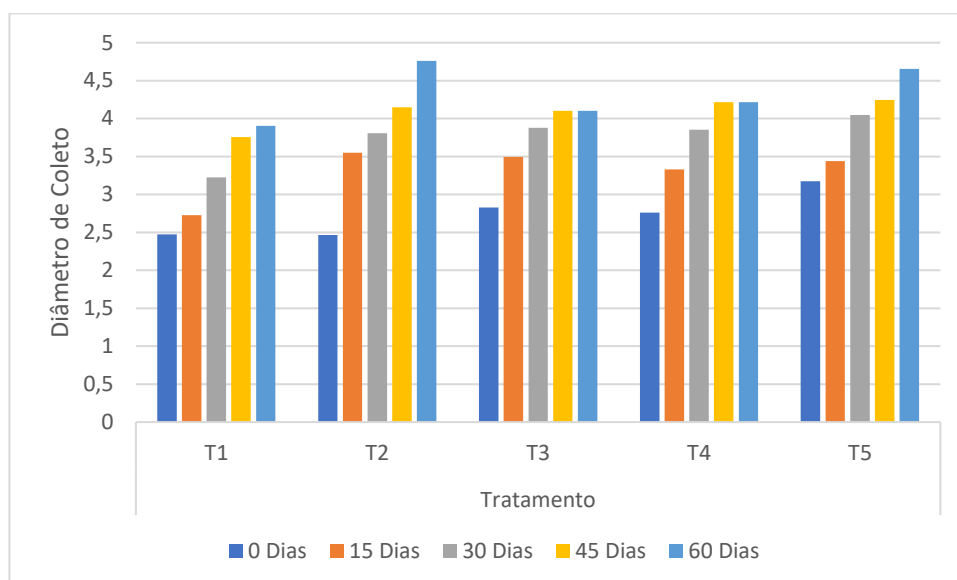
5.2.1 Diâmetro das mudas

A média do desenvolvimento do diâmetro de coleto das mudas de erva mate em suas cinco repetições correspondem a um crescimento maior nos primeiros 15 dias. O T2 obteve o maior desenvolvimento nas primeiras duas semanas que os outros tratamentos, e o tratamento com menor desenvolvimento do diâmetro nas primeiras duas semanas foi o T1 (Figura 11).

Para Santin (2004) que desenvolveu testes com mudas de erva mate em diferentes proporções entre terra de subsolo e esterco de gado, obteve o melhor desenvolvimento do diâmetro de coleto com o tratamento de 10% de esterco e 90% de terra de subsolo.

Para Pimentel (2016), aos 30 dias, o diâmetro de coleto teve menor desenvolvimento no que no presente estudo, no entanto, o autor salienta que o desenvolvimento do projeto foi realizado no período de inverno, e que as plantas entram em um estágio de dormência.

Figura 12 - Médias do parâmetro diâmetro de coleto das mudas de erva-mate.



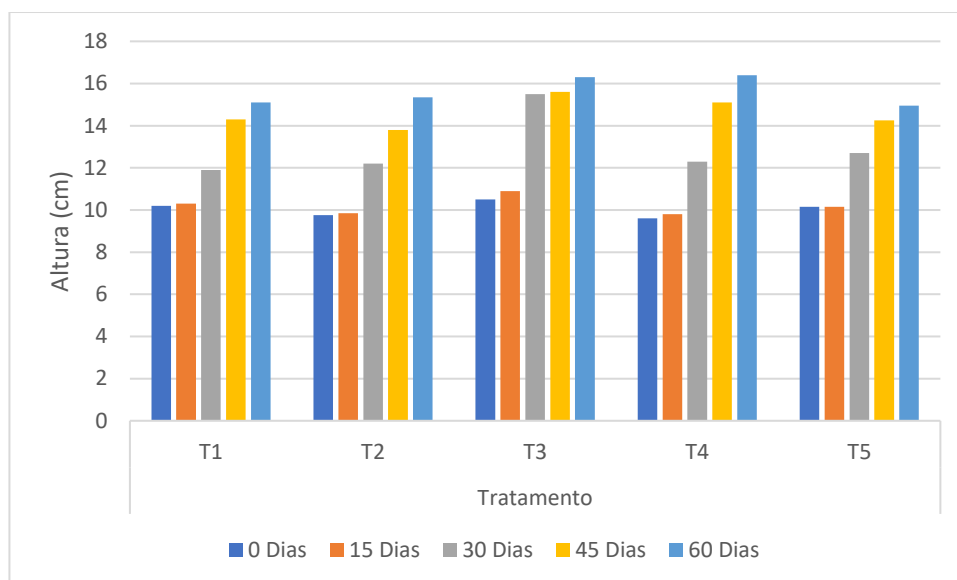
5.2.2 Altura das mudas

O crescimento em altura das mudas de erva mate se intensificou após os 15 dias primeiros, fato que pode ser observado na Figura 12. O desenvolvimento da altura das mudas não foi significativo no decorrer do experimento, isso é comprovado em comparação ao trabalho de Santin et al. (2015), em que realizaram um trabalho comparando dois tipos de mudas de erva mate, que em depois de três meses que haviam sido plantadas, apresentaram maior crescimento que a do presente trabalho.

Segundo Saidelles (2003), logo após o inverno as plantas de erva mate tem uma taxa de crescimento mais lento. O autor desenvolveu um projeto plantando

mudas de erva mate em três diferentes tipos de solo, obteve os resultados de crescimento durante um ano.

Figura 13 - Médias do parâmetro altura das mudas de erva-mate.



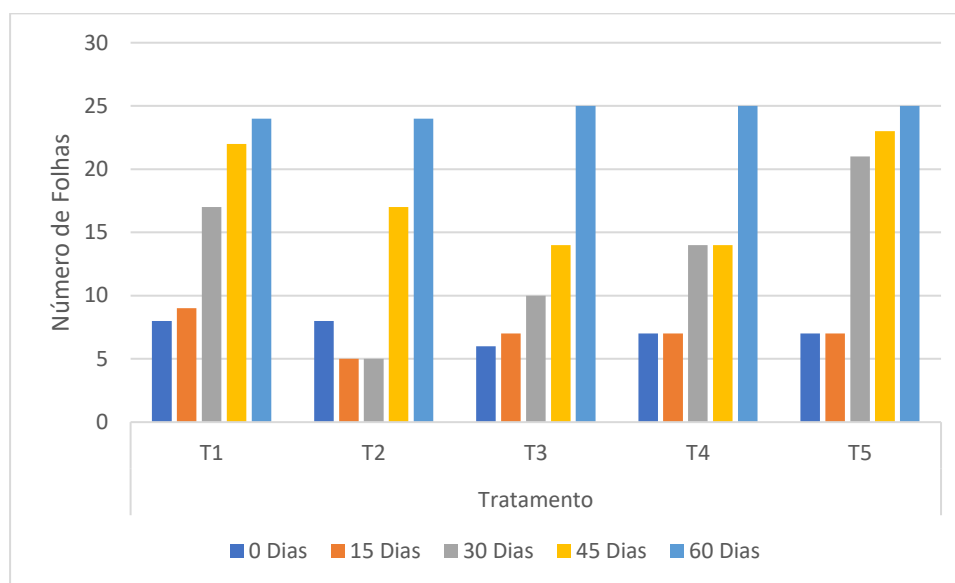
5.2.3 Número de folhas das mudas

O número médio de folhas por tratamento aumentou no decorrer do experimento, no início as mudas não possuíam muitas folhas, e com o passar do tempo o número aumentou, sendo que nos tratamentos de T4, T3 e T5 terminaram com maior média de número de folhas por muda (Figura 13).

Segundo Pimentel (2016), seu estudo mostrou o desenvolvimento de erva mate em 60 dias de desenvolvimento foliar, resultados estes que se mostraram em quantidade menor do que os resultados obtidos neste trabalho.

Para Coelho et al. (2000) o desenvolvimento da área foliar de *Ilex paraguariensis* é inversamente proporcional a intensidade de sombreamento recebido, no entanto, a taxa de sobrevivência é diretamente proporcional. Quanto maior o sombreamento, maior a chance da planta sobreviver, mas menor é a quantidade de folhas que ela desenvolve. Assim, entende-se que a falta de sombreamento pode ter interferido no desenvolvimento foliar das mudas.

Figura 14 - Média do número de folhas das mudas de erva mate.



5.2.4 Análise estatística das mudas

Com a análise estatística realizada foi possível entender o crescimento médio das mudas do dia 0 até o dia 60 (Tabela 1) mesmo com diferenças numéricas das características aferidas as análises estatísticas mostram que, embora a utilização de resíduos compostados seja extremamente importante para dar um destino correto ao resíduo de forma a impactar negativamente da menor forma possível o meio ambiente, os resultados obtidos nas proporções utilizadas não foram estatisticamente diferentes.

Tabela 1- Média de crescimento dos parâmetros fitomorfológicos das mudas de erva-mate.

Tratamento	Altura das mudas (cm)	Diâmetro de coleto (mm)	Número de folhas
T1	5,2 ^a	1,76 ^b	17 ^c
T2	4,6 ^a	1,17 ^b	16 ^c
T3	5,2 ^a	1,1 ^b	19 ^c
T4	3,9 ^a	1,15 ^b	19 ^c
T5	5,2 ^a	1,21 ^b	18 ^c
Média Geral	5,2	1,17	18
CV (%)	12%	22,3%	8%

*Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de tukey ao nível de 5% de significância. **Em que: T1: 30% de composto + 70% de terra de subsolo; T2: 20% de composto +

80% de terra de subsolo; T3: 10% de composto + 90% de terra de subsolo; T2: 0% de composto + 100% de terra de subsolo; T5: Substrato comercial.

Possivelmente seja necessário estudar outras proporções do mesmo composto, para efetivar sua influência sobre o desenvolvimento das mudas de erva mate sobre as condições impostas para seu crescimento e aumentar o tempo de desenvolvimento do estudo, pois autores como Coelho et al. (2000), Pimentel (2016) Santin (2004) e Poletto et al. (2010) realizaram seus estudos com maior tempo para o progresso das mudas.

Identificou-se que o desenvolvimento das mudas com o substrato que é vendido comercialmente, também foi estatisticamente igual ao dos outros tratamentos que utilizaram o composto, sendo utilizado 100% de substrato nos vasos, assim percebe-se que não há necessidade de adquirir esse tipo de produto, uma vez que a custo zero, pode-se produzir composto e obter os mesmos resultados nas proporções utilizadas.

Assim, identifica-se que o substrato comercial pode ser substituído pelo produto proveniente da compostagem, em que segundo Santos (2018) em sua comparação entre desenvolvimento de mudas de couve utilizando composto e substrato comercial, constatou que é melhor a utilização do composto, uma vez que em seu trabalho, no desenvolvimento das mudas, obtiveram melhores resultados os tratamentos com composto.

6 CONCLUSÃO

Foi possível concluir que o tratamento dos resíduos orgânicos pelo método da compostagem resultou em um composto estável e com capacidade de produção de muda de erva-mate, tornando um passivo ambiental provocado pela geração destes resíduos em um ativo ambiental.

O desenvolvimento das mudas *Ilex paraguariensis*, foram obtidos como resultados das condições impostas às mudas, como a intensidade de sombreamento e quantidade de composto utilizada em cada tratamento.

Mesmo que o desenvolvimento das mudas resultou estatisticamente igual com cada um dos parâmetros mensurados, duas observações devem ser levadas em consideração. A primeira é que o desenvolvimento do tratamento que tinha substrato comercial também foi igual aos que tinham o composto, então não se faz necessário comprar o substrato uma vez que o mesmo resultado pode ser obtido pelo composto. Posteriormente, mesmo os resultados não se diferirem uns dos outros, a alternativa de utilizar um passivo ambiental e torná-lo um ativo ambiental, torna sempre a compostagem uma possibilidade ambientalmente mais atraente.

REFERÊNCIAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Resumo de Setor de Aves.**

Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/resumo>. Acesso em: 12/04/2019

ANDRADE NETO, A., MENDES, A. N. G., GUIMARAES, P. T. G. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de café (Coffea arabica L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p.270-280, abr./jun., 1999.

AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, A. G. G.; LOUREIRO, D. C. **Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos**. Seropédica: Embrapa, 2005. 4p. (Circular Técnica, 12).

BARATTA JÚNIOR, A. P.; MAGALHÃES, L. M. S. Produção de mudas por estaquia, de acalifa e tumbérgia, utilizando compostagem, preparada a partir de resíduos da poda da arborização urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Piracicaba, v. 5, n. 3, p. 113-148, set. 2010.

BENITES, V. **Como fazer compostagem de cama-de-frango para uso em pastagem**. 2011. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23054&secao=Artigos%20Especiais>. Acesso em: 15 mai. 2019.

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

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em: 17 mai. 2019.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G.N.; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. **composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha**. **Scientia Agraria**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.027-36, 1 jan. 2008. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i1.9898>.

CARLESSO, W. M.; RIBEIRO, R.; HOEHNE, L. Tratamento de resíduos a partir de compostagem e vermicompostagem. **Revista Destaques Acadêmicos**, p. 105–110, 2011.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Frango. **Agromensal**. São Paulo, Janeiro 2019.

CERRI, C.E.P.; OLIVEIRA, E.C.A.; SARTORI, R.H.; GARCEZ, T.B. **Compostagem**. Apostila da disciplina de matéria orgânica do solo. ESALQ, Piracicaba, SP.2008.

CHIARELOTTO, M.; MONZANI, V. F. EFICIÊNCIA DE COMPOSTOS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS.

Francisco Beltrão- PR, 2015.

COELHO, G. C.; RACHWAL, M.; SCHNORRENBARGER, E.; SCHENKEL, E. P.; Efeito do sombreamento sobre a sobrevivência, morfologia e química da erva-mate. In: Congresso sul-americano da erva-mate, 2.; reunião técnica do cone sul sobre a cultura da erva-mate, 3., 2000, Encantado. **Anais**. Porto Alegre: UFRGS; FEPAGRO, 2000. p. 396-399.

CONCEIÇÃO, P.S.; **Avaliação da tratabilidade da cama de frango por processos de compostagem visando a reutilização**- Viçosa, MG, 2012.

DANIEL, O. **Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial**. Dourados, MS: UFGD; 288p. UEMS, 2009.

ELIAS, V. O. M. **Transferência tecnológica do projeto de coleta seletiva e compostagem de resíduos orgânicos da UFSC para a UFGD**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. 85p. Relatório Técnico.

ESMELINDRO, M. C. et al. Caracterização físico-química da erva-mate: Influência das etapas do processamento industrial. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, Campinas, v.22, n.2, p.193-204, 2002.

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

FIORI, M. G. S.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, F. A. C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 178-191, 2008.

Francisco Beltrão, 2018. Lei 4594 de 28 de agosto de 2018. **Plano diretor do município de Francisco Beltrão**. <http://www.franciscobeltrao.pr.gov.br/o-municipio/plano-diretor/> PDM 2017 – V1-4 – DADOS GEOFÍSICOS – Final – acesso em 01/07

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, dez. 2018. Disponível em: <<http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/2326/2040>>. Acesso em: 22 out. 2019

GOMES, L. P.; KOHL, C. A.; SOUZA, C. L. L.; REMPEL, N.; MIRANDA, L. A. S.; MORAES, C. A. M. Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. V. 20, n.3. Rio de Janeiro, 2015.

HAHN, L. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas**. Florianópolis, 2004. 130f. Dissertação (Mestrado em

Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

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

INÁCIO, C. T. **Compostagem – curso prático e teórico**. Circular Técnica 48. Embrapa. Rio de Janeiro, 2015.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais. **Relatório de pesquisa**. Brasília, 2015. 74 p.

ISMAEL, L. L.; PEREIRA, R. A.; FARIAS, C. A. S.; FARIAS, E. T. R. Avaliação de composteiras para reciclagem de resíduos orgânicos em pequena escala. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.8, n.4, 2013.

JACOBI, P. **Meio ambiente e sustentabilidade**. In: O município no século XXI: cenários e perspectivas. Fundação Prefeito Faria Lima – CEPAM. Ed. Especial. São Paulo, p. 175-183, 1999.

JULIATTO, D. L.; CALVO, M. J.; CARDOSO, T. E.. Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior. **Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL**, [s.l.], v. 4, n. 3, p.170-193, 5 jun. 2012. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/1983-4535.2011v4n3p170>.

JÚNIOR, M. A. P. ORRICO; ORRICO, A. C. A.; JÚNIOR, J. de L. **Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves**. Jaboticabal, maio/jun 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v30n3/17.pdf>. Acesso em: 8 maio 2019.

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

LIMA, L. M. Q. **Lixo – Tratamento e Biorremediação**. 3ª ed., São Paulo: Hemus, 1995.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**: Ações em áreas de preservação permanentes, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. 3. Ed. Viçosa, MG. Aprenda fácil, 2013

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.

NUNES, M. U. C. Circular técnica nº 59, **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade**. Embrapa. Aracaju, p. 1-7, 2009 (Circular técnica nº 59).

OLIVEIRA, E. C. A. de; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **Compostagem**. 2008. Dissertação (Doutorado) - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Piracicaba, 2008.

OLIVEIRA, Y. M. M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: **seminário sobre atualidades e perspectivas florestais - silvicultura da erva-mate**, 10., 1985, Curitiba. Anais...Curitiba: Embrapa-CNPQ, 1985. p.17-36.

PEREIRA NETO, J.T.; **Manual de compostagem: processo de baixo custo**- ed. rev. E aum.- Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

PIMENTEL, N. **Miniestaquia e Qualidade das Mudanças de Erva Mate**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em engenharia Florestal, RS, 2016.

POLETTO, I.; MUNIZ, M.F.B.; CECONI, D. E.; MEZZOMO, R.; RODRIGUES, J. **Influência da inoculação de *Fusarium spp.* e níveis de sombreamento no crescimento e desenvolvimento da erva-mate**. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 513-521 jul./set. 2010.

QUADROS, K.M. **Propagação vegetativa de erva mate (*Ilex paraguariensis* Saint HilaireAquifoliaceae)**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

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, 30 jun. 2003. Universidade Federal de Santa Maria.
<http://dx.doi.org/10.5902/198050981738>.

SANTIN, D., HOPPE, J. M., CECONI, D. E., SCHUMACHER, M. V. Uso de substratos alternativos com solo no desenvolvimento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. Anais. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p. 200-205.

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, 30 set. 2015. Universidade Federal de Santa Maria.
<http://dx.doi.org/10.5902/1980509819608>.

SANTOS, B. C.; MENDONÇA A. P. L.; CARVALHO É. R.; SILVA M. V. P.; LEONARDO N. B.; VALLONE H. S. SUBSTITUIÇÃO DO SUBSTRATO COMERCIAL POR VERMICOMPOSTO DE TORTA DE FILTRO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE COUVE. **Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica**, Uberaba, Mg, v. 2, n. 1, p.1-5, out. 2018. Disponível em:
<<http://periodicos.iftm.edu.br/index.php/sepit/article/view/561/283>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Solos, 2009.

SOUZA, F. A.; AQUINO, A. M.; RICCI, M.S.F.; FEIDEN, A. **Compostagem**. Seropédica, RJ: EMBRAPA, 2001. 11p (Comunicado Técnico, 50).

SOUZA, F. B. M.; PIO, R.; COELHO, V. A. T.; RODAS, C. L.; SILVA, I. P. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes, boro e ferro e composição mineral de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2015, pp. 241-248.

VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo, SP: CEMPRE, 2010.

WAGNER, B. **Utilização de um sistema de baixo custo para o monitoramento dos parâmetros temperatura e umidade em composteiras**. 135 f. 2017. Dissertação de Mestrado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná Departamento Acadêmico de Construção Civil Programa de Pós Graduação em engenharia civil

WENDLING, I. Melhoramento de erva-mate: perspectivas. **Seminário Erva-Mate XXI: Modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate**, 2016, Curitiba. Anais. Colombo: Embrapa Florestas, 2016.

ZEN, S.; IGUMA, M. D.; ORTELAN, C. B.; SANTOS, V. H. S. dos; FELLI, C. B.;(2014, 4º Trimestre). Evolução da Avicultura no Brasil. **Informativo CEPEA**. 4 p.

ZERBIELLI, L. C. **Produtividade, luminosidade, composição química e qualidade da erva-mate**. Guarapuava, 2006. 50f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal.