



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Francisco Beltrão



Curso de Engenharia Ambiental

FERNANDA BARIZON

**USO DE SUBSTRATO COMPOSTADO NO DESENVOLVIMENTO DE
MUDAS FLORESTAIS NATIVAS**

FRANCISCO BELTRÃO
2017

FERNANDA BARIZON

**USO DE SUBSTRATO COMPOSTADO NO DESENVOLVIMENTO DE
MUDAS FLORESTAIS NATIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dra. Denise Andréia Szymczak
Coorientadora: Prof^a. Msc. Priscila Soraia da Conceição

FRANCISCO BELTRÃO

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

**Uso de substrato compostado no desenvolvimento de mudas
florestais nativas**

por

Fernanda Barizon

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às nove horas e trinta min., do dia vinte e um de junho de dois mil e dezessete, 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

Coordenadora do Curso de
Engenharia Ambiental

Denise Andréia Szymczak

Professora Orientadora

Naimara Vieira do Prado

Membro da Banca

Priscila Soraia da Conceição

Professora Coorientadora

Denise Andréia Szymczak

Professora do TCC2

“O termo de aprovação encontra-se assinado na coordenação do curso.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, aos meus pais, por todo o apoio durante essa caminhada, em especial a minha mãe Iraci, por todo incentivo e por sempre ter acreditado em mim.

Aos meus sobrinhos, Luiz Otávio e Lara Mariana, por serem motivo de grande felicidade em meio ao caos da vida acadêmica.

A todos os familiares que torceram por mim.

A minha orientadora, Dra Denise Andréia Szymczak, e minha coorientadora, Msc Priscila Soraia da Conceição, pelo apoio técnico-científico e por toda a amizade durante esse período.

A professora Dra Naimara por todo apoio técnico-científico e pela amizade durante esse período.

Ao professor Dr Rodrigo Lingnau, por todo conhecimento repassado, que possibilitou em grande parte a realização deste trabalho.

Ao Msc Fabiano de Jesus Ribeiro, pela confecção do mapa do município.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná e todo seu corpo de docentes e servidores, por proporcionar que esse momento fosse possível.

Ao meu anjinho, hoje estrelinha, Spiker, por ter sido minha maior razão de felicidade nesse período.

Ao Maico, por ter sido o pioneiro no estudo desse assunto na UTFPR-FB, por toda atenção e por não ter medido esforços para ajudar.

A Rafael, por ter cedido o resíduo de cervejaria e pela parceria.

Ao grupo de Gestão de Resíduos Sólidos, em especial ao Willian e ao Cristian pelo apoio na manutenção da compostagem.

Ao Israel, pela parceria e companhia nas constantes idas ao viveiro.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e toda equipe do viveiro municipal, por ceder o espaço, substrato e sementes para realizar deste trabalho, bem como todo conhecimento repassado.

As minhas amigas e companheiras de caminhada, Camila, Tatiane, Mayara e Ângela, por todas as alegrias, tristezas e viagens compartilhadas, espero ter muitas mais.

Ao meu amigo Luciano, por toda paciência e amizade, e por ter sido minha base no início do curso.

“A felicidade só é real quando compartilhada.”

-Christopher MacCandless

RESUMO

BARIZON, Fernanda. Uso de substrato compostado no desenvolvimento de mudas florestais nativas. 2017. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2017.

Um dos maiores problemas socioambientais está relacionado a geração de resíduos sólidos. A maior parcela desses resíduos é composta por materiais orgânicos, que são considerados inúteis. O objetivo do presente trabalho foi realizar a compostagem de resíduos de cervejaria com cama de aviário de peru, a fim de obter composto estável para ser aplicado no desenvolvimento de mudas de *Parapiptadenia rígida* (Brenth.) Brenan (angico-vermelho). O processo de compostagem foi realizado na área experimental de resíduos sólidos da UTFPR-FB, com resíduo de cervejaria e cama de aviário de peru. Durante o desenvolvimento do processo, foram monitorados os parâmetros temperatura, pH, teor de sólidos voláteis e teor de água. Estabilizado o composto, este foi levado ao viveiro, onde procedeu-se com o plantio de cinco espécies nativas, em quatro tratamentos diferentes de substrato. Das cinco espécies florestais testadas, apenas uma sobreviveu até o final do experimento, o angico-vermelho. Aos 30 e 60 dias, foram monitorados os parâmetros altura, diâmetro de coleto, número de folhas e relação altura/diâmetro (H/D), e aos 90 dias, além destes, a massa seca de raiz e parte aérea, comprimento de raiz e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Após análises estatísticas dos parâmetros fitomorfológicos, foi constatado que os tratamentos que apresentaram os melhores resultados foram os tratamentos com predomínio do substrato comercial, o que foi comprovado após o cálculo do IQD. Ao final do experimento, conclui-se que o resíduo de cervejaria por si só não é indicado para a compostagem. Já para o desenvolvimento das mudas, o substrato composto não é indicado para uso em substituição do substrato comercial para a produção de mudas de angico-vermelho.

Palavras-chave: Compostagem. Resíduos cervejeiros. Cama de aviário de peru. *Parapiptadenia rígida* (Brenth.) Brenan.

ABSTRACT

BARIZON, Fernanda. Uses of composted substratum onto development of native seedlings. 2017. 49 f. Course's Final Work. Environmental Engineering course. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2017.

One of the biggest sociaenvironmental problems is related to the production of solid waste. The bigger part of this waste is formed from organic materials that are considered useless. The purpose of this work was to perform the composting of brewery waste with bed of turkey poultry in order to obtain stable compound to be applied in the seedlings development of native forest species. The process was carried out in the experimental area of solid waste of UTFPR-FB, with brewery waste and turkey poultry bed. During the development of the process, the parameters temperature, pH, volatile solids content and water content were monitored. When stabilized the compost, this was taken to the nursery, where it was carried out with the planting of five native species, in four different substrate treatments. Only one of the five species tested survived to the end of the experiment, *Parapiptadenia rigida* (Brenth.) Brenan. At 30 and 60 days, it was observed the height parameters, harvest diameter, amount of leaves, height/diameter relation (H/D), and at 90 days, besides these, the root and shoot dry mass, root length and Dickson Quality Index (DQI). After statistical analysis of the phytomorphological parameters, it was found that the treatments that presented the best results were the ones with predominance of the commercial substrate, which was proved after the calculation of the DQI. At the end of the experiment, it is concluded that the brewery waste alone is not suitable for composting. Although the development of the seedlings the composted substratum is not indicated for uses in substitution of the commercial substrate for the production of *Parapiptadenia rigida* (Brenth.) Brenan seedlings.

Keywords: composting. Brewery waste. Turkey poultry bed. *Parapiptadenia rigida* (Brenth.) Brenan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização de Francisco Beltrão no estado do Paraná.	21
Figura 2: Configuração inicial do experimento.	22
Figura 3: Aferição da temperatura.....	23
Figura 4: Medição do pH.	24
Figura 5: Composto estabilizado	25
Figura 6: Casa de vegetação do viveiro.	26
Figura 7: Manejo das mudas: a) Raleamento; b) Remoção de espécies daninhas...26	
Figura 8: Determinação dos parâmetros fitomorfológicos: a) Medição da altura das mudas; b) Determinação do diâmetro do coleto; c) Preparo das mudas para determinação de massa seca.....	27
Figura 9: Monitoramento do parâmetro teor de água	29
Figura 10: Monitoramento do parâmetro temperatura.....	30
Figura 11: Monitoramento do parâmetro teor de sólidos voláteis.....	31
Figura 12: Monitoramento do parâmetro pH.....	32
Figura 13: Médias dos parâmetros fitomorfológicos aos 30 dias de emergência	34
Figura 14: Médias dos parâmetros fitomorfológicos aos 60 dias de emergência	35
Figura 15: Médias dos parâmetros fitomorfológicos aos 90 dias de emergência	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Médias da emergência e mortalidade das mudas de angico-vermelho plantado em diferentes misturas de substratos.....	33
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	12
3.1.2 Resíduos cervejeiros.....	13
3.1.3 Cama de aviário	14
3.2 COMPOSTAGEM.....	14
3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS.....	17
3.3.1 Substrato	18
3.3.2 <i>Parapiptadenia rigida</i> (Brenth.) Brenan	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 COMPOSTAGEM.....	22
4.2 PRODUÇÃO DE MUDAS.....	25
4.2.1 Análises Fitomorfológicas.....	27
4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 PARÂMETROS DE MONITORAMENTO DA COMPOSTAGEM.....	29
5.2 PARÂMETROS FITOMORFOLÓGICOS DAS MUDAS FLORESTAIS	33
6 CONCLUSÃO	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

Um dos problemas que atinge a sociedade atual está relacionado com o grande consumo de produtos industrializados e a consequente geração de resíduos sólidos. Mesmo com a Lei 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o gerenciamento de resíduos no Brasil ainda é precário, e quando estes possuem uma destinação inadequada, como aterros controlados e vazadouros a céu aberto, apresentam potencial de causar problemas socioambientais, além de eliminar as chances de reinserção do resíduo na cadeia produtiva.

Aproximadamente 60% da geração de resíduos sólidos é composta por materiais orgânicos, que são vistos como inúteis, são destinados a lixões ou aterros sanitários, em que além de ocuparem espaço, causam problemas como atração de vetores, contaminação de solo, ar e água por meio de gases e chorume.

Uma prática de reciclagem de resíduos orgânicos é a compostagem, que é o processo por meio do qual microorganismos estabilizam a matéria orgânica. Apesar de pouco difundida, a prática é simples e muito eficiente, pois além de reduzir a carga enviada para disposição final, ainda produz um composto, que pode servir como condicionador do solo ou pode ser usado como substrato no desenvolvimento de mudas arbóreas nativas em viveiro.

A produção de mudas nativas pode ser associada com a recuperação de áreas degradadas. Essas são áreas que após sofrerem uma perturbação intensa, perdem a capacidade de regeneração natural. Com isso, os habitats nativos são degradados por atividades como o desmatamento, queimadas, extração ilegal de madeira e práticas agrícolas e pecuárias, reduzindo os serviços ambientais fornecidos pelas florestas, como alimentos, madeira, água, sequestro de carbono, alimentos, produtos farmacêuticos, polinização e regulação do clima.

Desta forma, o uso de substratos compostados no desenvolvimento de mudas nativas, além de proporcionar nova utilidade aos resíduos orgânicos, diminui a carga orgânica enviada para disposição final, reduz os custos da aquisição de substratos comerciais para a produção de mudas, quando bem executado, podem produzir mudas de alta qualidade, que podem ser usadas para a recuperação de ecossistemas degradados, reestabelecendo os seus serviços ambientais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o comportamento do composto proveniente da compostagem de resíduo de cervejaria e cama de aviário no desenvolvimento de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Brenth.) Brenan.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter composto estável a partir de compostagem de resíduo de cervejaria e cama de aviário de peru;
- Monitorar o processo de compostagem por meio dos parâmetros de pH, temperatura, teor de água e teor de sólidos voláteis;
- Produzir mudas de *Parapiptadenia rigida* (Brenth.) Brenan, com diferentes dosagens de composto e substrato comercial;
- Avaliar a qualidade das mudas produzidas nos diferentes substratos por meio dos parâmetros: altura, diâmetro do coleto, massa seca de raiz, massa seca da parte aérea, número de folhas, mortalidade, relação H/D, e Índice de Qualidade de Dickson.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

O crescimento constante da população e do incentivo ao consumo, juntamente com os processos de industrialização e urbanização, geram a necessidade constante de exploração de recursos naturais, resultando em uma grande geração e diversidade de resíduos sólidos, que conseqüentemente necessitam de disposição final adequada (ISMAEL et al., 2013).

Devido a grande quantidade de resíduos gerados, juntamente com sua má disposição, comumente em lixões ou aterros controlados, fica evidente a importância do gerenciamento correto, visto que o manejo inadequado apresenta risco à saúde pública e proporciona condições de instabilidade social, econômica e ambiental, afetando a qualidade de vida da sociedade, principalmente em centros urbanos de médio e grande porte (ISMAEL et al., 2013).

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2013, publicado pela Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais–ABRELPE, há lixões em todos os estados do país, e aproximadamente 60% dos municípios ainda dispõe seus resíduos de maneira inadequada (ABRELPE, 2016).

O descarte incorreto de resíduos sólidos, principalmente matéria orgânica, causa problemas sanitários e ambientais, como desenvolvimento de parasitas e vetores, contaminação da água e emissão de gases e odores. Nesse aspecto, uma alternativa é o investimento em centros de triagem e compostagem de resíduos orgânicos (HECK et al., 2013).

Os resíduos orgânicos apresentam dificuldade no transporte, pois são pesados devido ao alto teor de água, apresentam odor desagradável e quando dispostos incorretamente podem entrar em contato com resíduos recicláveis, contaminando-os e dificultando o processo de reciclagem. Do processo de decomposição é gerado um resíduo líquido denominado chorume, que é rico em matéria orgânica e pode conter patógenos e metais pesados, com potencial para contaminar o solo e o lençol freático (ISMAEL et. al., 2013).

A Lei 12.305 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, determinou que todos os municípios no Brasil deveriam ter disposição final

ambientalmente adequada para seus resíduos sólidos até 02 de agosto de 2014. De acordo com esta lei, são consideradas destinações ambientalmente adequadas a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético (BRASIL, 2010). Porém, a situação atual da gestão de resíduos sólidos no Brasil ainda é bastante deficiente.

A maior geração de resíduos é constituída por elementos orgânicos, cerca de 50% a 60% (ISMAEL et al., 2013). Nesse contexto, uma alternativa viável é a compostagem, que segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, é considerada uma destinação ambientalmente adequada para resíduos orgânicos (BRASIL, 2010). Porém, apesar de representar a maior parcela na geração de resíduos, somente cerca de 1,6% dos resíduos orgânicos são encaminhados para estações de compostagem, o restante é encaminhado para áreas impróprias ou aterros sanitários (IPEA, 2012).

3.1.2 Resíduos cervejeiros

É notável o crescimento no consumo de bebidas alcoólicas no Brasil e no mundo. O Brasil é um dos três maiores fabricantes de cerveja do mundo, produzindo cerca de 13 milhões de litros anualmente (BRUST et al., 2012). A cerveja pode ser definida como o produto obtido da fermentação alcoólica do líquido cervejeiro proveniente do malte de cevada e água potável, por meio de leveduras e adição de lúpulo (BRASIL, 2009).

Da produção de cerveja, os principais aspectos ambientais são o consumo de insumos e a geração de resíduos. Os resíduos sólidos são gerados principalmente nas etapas de filtração e envase (SANTOS, 2005).

O principal resíduo é o proveniente de grãos de malte, constituído por restos de casca e polpa de malte, além de resíduos dos demais grãos usados, por exemplo o trigo (CORDEIRO et al., 2012). O resíduo pode ser usado na alimentação animal, porém, quando feito sem os devidos cuidados, pode causar enfermidades (BRUST et al., 2015).

Durante o envase, são gerados resíduos provenientes de rótulos removidos de garrafas retornáveis e garrafas quebradas, papelão, papel, tampas amassadas e plásticos (SANTOS, 2005).

Os resíduos como garrafas, plástico, papel, papelão e tampas podem ser destinados a catadores ou associações de reciclagem. Já os resíduos orgânicos, como o bagaço de malte, além da alimentação animal, podem ser reciclados por meio da compostagem, e posteriormente, utilizados como substratos ou enriquecedores da fertilidade do solo.

3.1.3 Cama de aviário

O Brasil, por ser um grande exportador de carne de aves, é responsável por uma das aviculturas mais desenvolvidas do mundo, o que evidencia em grande concentração de produtores num mesmo local, gerando um excedente de camas, que quando dispostas sem tratamento no ambiente, causam excesso de nutrientes no solo, além de exigir a extração de novos recursos para a criação de novas camas (AVILA et al., 2006).

A cama de aviário é composta por excrementos, penas, restos de ração e materiais usados como absorventes nos pisos dos aviários, e pode ser usada como fertilizante, porém podem conter contaminantes como patógenos e resíduos de produtos veterinários (HAHN et al., 2012).

Existem diversas formas de reinserção da cama de aviário, e para que isso seja feito com segurança, faz-se necessário tratamentos que reduzam os seus riscos microbiológicos (AVILA et al., 2006).

Dentre outras opções, a cama de aviário pode ter seu reuso em vários lotes, e sua reciclagem por meio da compostagem. A compostagem permite a transformação desse resíduo em um biofertilizante sólido, podendo ser exportadas para fora da região produtora, visto que esta já se encontra saturada, devido aos descartes incorretos (AVILA et al., 2006).

3.2 COMPOSTAGEM

A compostagem tem como objetivo obter composto estável através da estabilização da matéria orgânica (NUNES, 2009). É um processo controlado físico, químico, físico-químico ou bioquímico de degradação acelerada de materiais orgânicos de origem vegetal ou animal (BRASIL, 2011).

O processo traz várias vantagens, pois além de tratar os resíduos orgânicos, reduz a carga a ser encaminhada ao aterro sanitário e conseqüentemente reduz a concentração da carga orgânica no lixiviado e a diminuição da emissão de gases causadores do efeito estufa (GOMES et al., 2015). Além disso, reduz a geração de chorume resultante da decomposição da matéria orgânica, que é responsável pelo mau cheiro. Na compostagem, só é gerado em casos onde o processo é conduzido inadequadamente pelo elevado teor de água, e quando bem executada, esta não deve produzir chorume (NUNES, 2009).

A estabilidade do composto diz respeito a atividade microbiológica e ao nível de transformação dos constituintes das biomassas facilmente degradáveis (CUNHA-QUEDA et al., 2010). O produto resultante da compostagem é o chamado composto, e caracteriza-se por uma massa de textura fina, homogênea e sem mau odor. Este pode ser aplicado ao solo, pois é capaz de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas e é uma fonte de nutrientes para as plantas (NUNES, 2009). Também pode ser usado como substrato para viveiros (CUNHA-QUEDA et al., 2010) e no desenvolvimento de espécies arbóreas (DA ROS et al., 2015).

Todos os resíduos orgânicos podem ser compostados, porém alguns parâmetros como granulometria, temperatura, relação carbono/nitrogênio (C/N), teor de água, pH, oxigenação e teor de sólidos voláteis são determinantes no desenvolvimento do processo e devem ser monitorados para garantir uma boa execução.

O tamanho das partículas caracteriza a granulometria do material, exercendo importante influência no processo. Resíduos maiores devem ter seu tamanho diminuído, o que favorece a homogeneização da massa, melhora a porosidade, aumenta a capacidade de aeração, aumenta a área superficial para degradação e diminui o tempo da compostagem. O tamanho das partículas deve estar situado entre 10 mm e 50 mm (PEREIRA NETO, 2007).

Durante o processo, a ação dos microorganismos promove o desprendimento de gás carbônico, vapor e energia. Parte dessa energia é consumida pelos próprios microorganismos, e o restante é liberado na forma de calor, atingindo alta temperatura inicial na compostagem (PEIXOTO, 2012).

A alta temperatura caracteriza a fase termófila, com temperaturas superiores a 50°C (INÁCIO, 2015). Esta fase é responsável pela diminuição dos microorganismos patogênicos presentes no início da compostagem, garantindo

qualidade microbiológica que não ofereça riscos de contaminação do composto obtido (HECK et al., 2013). Essa temperatura diminui ao longo do tempo, atingindo a fase mesófila, com temperaturas entre 35°C e 40°C, até atingir estágio de maturação, mantendo a temperatura próxima a ambiente (INÁCIO, 2015).

O carbono e o nitrogênio são nutrientes essenciais ao desenvolvimento dos microorganismos e conseqüentemente do processo de compostagem. A principal função do carbono é fornecer energia vital para os microorganismos, já o nitrogênio é responsável pela reprodução celular. De maneira geral, resíduos palhosos como vegetais secos são fontes de carbono, já legumes frescos e resíduos fecais são fontes de nitrogênio (PEREIRA NETO, 2007).

Os resíduos podem ser classificados de acordo com sua relação C/N. Relações C/N superiores a 30 caracterizam resíduos de degradação mais lenta e função estruturante. Já relações inferiores a 30 indicam resíduos de rápida degradação e fonte de nutrientes (INÁCIO, 2015). A relação C/N ideal deve situar-se entre 30:1 e 40:1 (PEREIRA NETO, 2007).

A relação C/N para cama de aviário encontrada por Fiori et al. (2008) foi em torno de 12/1. Cooper et al., (2010) encontrou o valor de 14/1 para a relação C/N do mesmo resíduo. No mesmo trabalho, a relação C/N para resíduos de cervejaria é de 12/1.

Para que o processo ocorra de maneira satisfatória, é necessário que o teor de água esteja adequado. Inicialmente, os resíduos devem ter de 50% a 70% de água. O ponto ideal é 60%, pois o excesso pode impedir a circulação de ar, e a escassez inativa à atividade biológica (INÁCIO, 2015).

Para casos de resíduos com elevado teor de água, deve-se adicionar materiais que absorvam a água, como vegetais secos, lascas de madeira e até mesmo algum composto já maturado. Quando o teor de água for baixo, basta misturar outro resíduo que possua teor elevado, ou apenas adicionar água (PEREIRA NETO, 2007).

Alguns resíduos são ácidos, como bagaço de cana e frutas, outros alcalinos e até mesmo básicos, como esterco de animais. A acidez dificulta a instalação de bactérias e fungos na compostagem, sendo necessários, nesses casos, misturar resíduos que equilibrem o pH (INÁCIO, 2015).

O processo pode ocorrer na faixa de pH de 4,5 a 9,5, sendo que valores extremos são naturalmente regulados pelos microorganismos, de acordo com a

necessidade do meio. Ao final do processo, o composto maturado deve apresentar pH superior a 7,8 (PEREIRA NETO, 2007).

A maneira mais eficiente de se conduzir a compostagem é de forma aeróbia, sendo assim importante garantir a oxigenação durante o processo, que tem a finalidade de fornecer a quantidade de oxigênio demandada pela atividade microbiológica e também atua no controle da temperatura. A aeração deve ser feita de acordo com as características do material, por ciclos determinados de reviramento e deve acontecer em média duas vezes por semana (PEREIRA NETO, 2007).

O teor de sólidos voláteis determina o estágio de degradação da compostagem, refletindo na eficiência do processo. Para isso, ao fim do processo deve haver uma redução de 40% do valor inicial para este parâmetro (PEREIRA NETO, 2007).

3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS

As florestas possuem importantes funções sociais, econômicas e ambientais devido a oferta de grande variedade de bens e serviços. Os principais são: fonte de matérias-primas e material genético, controle biológico, alimento, produtos farmacêuticos, controle de erosão, enchentes e poluição, produção e armazenamento de água, regulação do clima, ciclagem de minerais e sequestro de carbono (SFB, 2016).

De acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), 493,3 milhões de hectares do território são cobertos por vegetação, e destes 485,3 milhões de hectares são de espécies nativas. Porém, práticas agrícolas, queimadas e desmatamentos vêm destruindo habitats naturais e reduzindo a variedade de espécies arbóreas nativas, que possuem grande importância ecológica (SARMENTO; VILLELA, 2010). Essas áreas degradadas podem ser recuperadas em sua maioria pelo plantio de mudas nativas.

A produção de mudas de espécies nativas para restauração florestal segue algumas etapas: escolha do recipiente, geralmente sacos plásticos ou tubetes; tipo de substrato a ser utilizado; método de produção, normalmente semeadura direta ou repicagem; controle das condições de desenvolvimento, como sombreamento,

adubação e controle a formigas, e por fim a rustificação, na qual as espécies são expostas gradativamente se tornarão mais resistentes às condições adversas do campo, tornando-se adaptadas ao ambiente do plantio (MARTINS, 2013).

Atualmente, os projetos de restauração florestal têm como objetivo obter florestas de alta diversidade de espécies nativas, porém existe a dificuldade em encontrar viveiros que possuam uma grande variedade de espécies (MARTINS, 2013).

As espécies nativas ocupam crescente e importante espaço no mercado, porém não existe padrão para a comercialização e controle da qualidade de sementes, devido à falta de conhecimento do comportamento biológico de várias espécies e pela falta de padrões estabelecidos para comercialização (SARMENTO; VILLELA, 2010). A Lei N°10.711, de 5 de Agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, tem como objetivo garantir a qualidade e identidade do material de multiplicação e reprodução vegetal produzido e comercializado em todo o Brasil (BRASIL, 2003).

Alguns parâmetros são comumente usados para avaliar a qualidade de mudas. Em trabalho realizado por Junges et. al. (2016), para a avaliação da qualidade das mudas, foram semeadas 100 sementes de cada espécie para cada tratamento, em tubetes. Foi realizada avaliação de emergência das mudas aos 10, 30 e 60 dias, e avaliação final da qualidade das mudas, determinada conforme o número de folhas, comprimento da muda, diâmetro do colo, comprimento e massa seca de raiz e de parte aérea.

Uma dificuldade comumente encontrada na produção de mudas é o crescimento lento apresentado por algumas espécies florestais nativas. Visto isso, é necessário encontrar maneiras de otimizar este processo (DA ROS et al., 2015). Desta forma, alguns aspectos devem ser levados em consideração, como dormência e métodos de superação, germinação, e substratos.

3.3.1 Substrato

Os substratos são materiais de natureza mineral ou orgânica que podem ser usados puros ou em mistura para o cultivo de plantas, em substituição total ou parcial do solo, proporcionando suporte as raízes e fornecendo água e os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2016).

É comum a substituição do solo natural por substratos por vários fatores, como maior facilidade de transporte, o solo pode apresentar condições adversas ao desenvolvimento, como patógenos e falta de nutrientes, maior facilidade em obter granulometria uniforme e maior produtividade e rentabilidade (OLIVEIRA et al., 2016). Além disso, substratos possuem geralmente maior porosidade e maior porcentagem de poros dilatados, e por isso, maior capacidade de retenção e drenagem de água (RODRÍGUEZ, 2015).

Os substratos afetam a germinação das espécies de maneira variável, pois cada espécie apresenta melhor desempenho para determinado tipo de substrato, de acordo com suas exigências (OLIVEIRA; JARDIM, 2013). Além disso, a formulação dos substratos vai variar de acordo com as condições climáticas, sistema de produção, disponibilidade de recursos financeiros e método de propagação (SOUZA, 2000).

O substrato ideal deve possuir retenção equilibrada de água, boa drenagem, boa aeração, leveza, nível baixo a médio de fertilidade, homogeneidade, capacidade de absorção de água e nutrientes, fácil manuseio e aquisição, além de não conter patógenos e substâncias tóxicas as plantas (SCREMIN-DIAS et al., 2006).

Materiais orgânicos considerados subprodutos da agricultura, atividades florestais e alimentação podem ser valorizados por meio da compostagem, sendo transformados em compostos aptos para o cultivo de plantas (RODRÍGUEZ, 2015).

Em viveiros, é comum o uso de matéria orgânica para melhorar as características físicas, químicas e biológicas dos substratos. Mesmo assim, geralmente as formulações de substratos são pobres em nutrientes essenciais, sendo necessária a adição de adubos minerais (DELARMELENA, 2014).

Os principais substratos utilizados para cultivos podem ser de origem orgânica, como casca de arroz carbonizada e turfa, ou de origem mineral, como vermiculita e perlita.

A casca de arroz carbonizada vem sendo utilizada por ser estável física e quimicamente, e desta forma mais resistentes à decomposição, porém, apresenta alta porosidade, que deve ser equilibrada com outros substratos orgânicos. A turfa é utilizada por ser um material leve e de alta retenção de água, e costuma ser usada como mistura a outros substratos (EMBRAPA, 2006).

Já para substratos minerais, a vermiculita é usada devido a sua alta capacidade de retenção de água, baixa densidade, elevada CTC e pH em torno de

8. A perilita possui a capacidade de reter água equivalente a cinco vezes o seu peso, possui pH entre 7 e 7,5, e pode ser misturada com elementos orgânicos (EMBRAPA, 2006).

3.3.2 *Parapiptadenia rigida* (Brenth.) Brenan

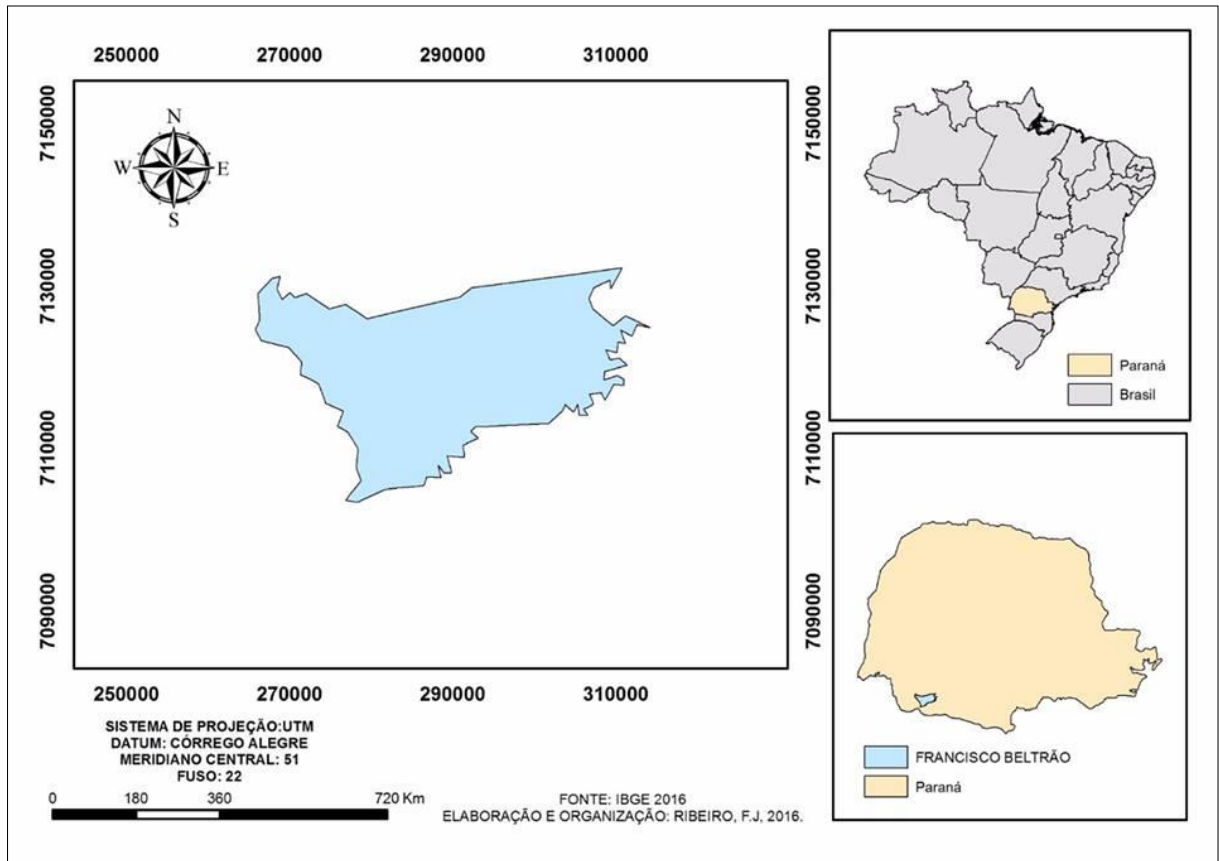
A *Parapiptadenia rigida* (Brenth.) Brenan, popular angico-vermelho, é uma espécie pioneira, característica da região sul do Brasil, sendo a espécie de mais ampla e expressiva dispersão. Sua altura na fase adulta é de 20 a 30 metros, com diâmetro do tronco de 60 a 110 cm, sendo sua madeira usada para fins de construção, lenha e carvão. É uma planta de características ornamentais, e recomendada para reflorestamentos de áreas degradadas (LORENZI, 2008).

Para que o plantio de espécies florestais seja bem sucedido, é necessário que algumas condições sejam atendidas, visto que estas interferem diretamente na disponibilidade de nutrientes e desenvolvimento das mudas. Em estudo realizado por Gasparin (2012), estudando a *Parapiptadenia rigida* (Brenth.) Brenan, a melhor forma de armazenamento, que garantirá a boa qualidade das sementes, é em embalagens de papel em ambiente geladeira. Quanto ao substrato de melhor desenvolvimento em viveiro, os melhores resultados foram encontrados no substrato composto por 20% de turfa e casca de arroz carbonizada. Já os recipientes que apresentaram melhores condições ao desenvolvimento das mudas, foram os de 180cm³ (GASPARIN, 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Francisco Beltrão, na região sudoeste do estado do Paraná (Figura 1).

Figura 1: Localização de Francisco Beltrão no estado do Paraná.



A primeira etapa do trabalho consistiu da escolha das espécies para a produção de mudas. Foram utilizadas sementes armazenadas em câmara fria do viveiro Municipal de Francisco Beltrão, que são provenientes do viveiro do IAP de Salgado Filho e do projeto Plantando Vida (UTFPR-FB). As sementes foram escolhidas de acordo com a disponibilidade do viveiro, com o critério de espécies pioneiras, para assegurar que se desenvolvam mais rapidamente, se comparadas a outros grupos sucessionais.

A segunda etapa do trabalho consistiu na coleta e compostagem de resíduos orgânicos. Para isso, foi usado inicialmente resíduo sólido proveniente da produção de cerveja de uma microcervejaria de Francisco Beltrão, Paraná. O resíduo é

composto basicamente por bagaço de malte e uma pequena parcela de trigo. Posteriormente, foi adicionado à compostagem cama de aviário, proveniente de aviário de peru de Flor da Serra do Sul, Paraná. Definidas as espécies e com o composto estabilizado, foi realizado o plantio das mudas no viveiro municipal.

4.1 COMPOSTAGEM

O processo de compostagem foi conduzido na área experimental de resíduos sólidos da UTFPR-FB, no período de agosto de 2016 a janeiro de 2017. Inicialmente o experimento foi conduzido em formato de pilha, com três repetições (Figura 2).

Figura 2: Configuração inicial do experimento.



A partir da quarta semana, a forte incidência solar fez com que o resíduo perdesse água, e mesmo com constantes correções, por meio da adição de água, encontrou-se dificuldades em manter tal parâmetro na faixa adequada. Com isso, fez-se necessária a mudança na configuração do experimento, juntando todo o material em uma única pilha em local coberto.

Juntamente a isso, o processo apresentou indícios de estagnação, porém, ainda apresentando visivelmente grãos de malte resistentes à degradação. Persistindo tal situação e partindo da hipótese de que o bagaço de malte, por ser um material com grande quantidade de lignina, é uma fonte de carbono, optou-se pela adição de resíduo de cama de aviário de peru, que como demais resíduos animais, é considerada fonte de nitrogênio (COOPER et al., 2010). Assim, a cama de aviário de peru tende a equilibrar a relação C/N juntamente com o bagaço de malte.

Para promover a aeração da compostagem, foi realizado constantemente o revolvimento da pilha, com auxílio de pá e enxada. Inicialmente, foi feito duas vezes por semana, e posteriormente, uma vez por semana.

Durante todo o período, foram monitorados os parâmetros temperatura, pH, teor de água e sólidos os voláteis. As análises foram realizadas semanalmente, no laboratório de Água e Efluentes da UTFPR–FB. A amostra foi coletada após o revolvimento e homogeneização da pilha. As análises foram feitas em triplicata e de acordo com metodologia de Silva (2009).

Para aferição da temperatura utilizou-se termômetro digital espeto (Figura 3), sendo medida no centro da pilha. A medição do pH foi feita após pesagem de 10 gramas da amostra, adicionados 20 mL de água destilada, com cinco minutos de agitação, e então, após 15 minutos de repouso, foi feita a medição com auxílio de pHmetro (Figura 4).

Figura 3: Aferição da temperatura.



Figura 4: Medição do pH.



O teor de água foi determinado após 10 gramas de cada amostra a serem submetidas a estufa a 62,5°C por 24 horas. O resultado, obtido pela equação (1):

$$U(\%) = \frac{100 \times (Múmida - M_{62,5})}{Múmida} \quad (1)$$

Em que:

U(%): teor de água em porcentagem;

Múmida: massa da amostra *in natura*;

M_{62,5}: massa da amostra após 24 horas em estufa a 62,5°C.

Para a determinação dos sólidos voláteis, a amostra seca foi triturada e dois gramas da amostra levados ao forno mufla por duas horas, e o resultado calculado de acordo com a equação (2).

$$V(\%) = \frac{100 \times (M_{62,5} - M_{550})}{M_{62,5}} \quad (2)$$

Em que:

V(%): teor de sólidos voláteis em porcentagem;

M_{62,5}: massa triturada após secagem a 62,5 °C;

M₅₅₀: massa após calcinação a 550 °C.

Após as análises semanais, caso o teor de água se encontrasse abaixo do adequado, realizava-se a correção deste parâmetro pela adição de água, até que a pilha estivesse adequadamente úmida.

Decorridas 21 semanas, o processo foi considerado finalizado, foi feita a moagem e peneiramento do composto (Figura 5), sendo então encaminhado ao viveiro municipal para proceder com a produção de mudas. Inicialmente foram plantadas cinco espécies florestais, porém, devido a baixa qualidade das sementes, apenas o angico-vermelho germinou adequadamente.

Figura 5: Composto estabilizado



4.2 PRODUÇÃO DE MUDAS

Para o cultivo das mudas, foram testados quatro tratamentos, que consistem em combinações de substrato comercial com substrato compostado:

- S1: 100% substrato comercial;
- S2: 100% composto;
- S3: 25% substrato comercial x 75% composto;
- S4: 25% composto x 75% substrato comercial.

Os tratamentos testados foram homogeneizados de acordo com as dosagens preestabelecidas. O experimento foi organizado distribuindo os tratamentos por bandejas, e em cada tubete, foram plantadas três sementes da espécie. Após o plantio, as bandejas foram encaminhadas a casa de vegetação do

viveiro (Figura 6), que conta com sistema automático de irrigação, quatro vezes ao dia.

Figura 6: Casa de vegetação do viveiro.



Depois que as sementes emergiram, foi realizado o raleamento (Figura 7a), deixando apenas a muda central. Também, no decorrer do experimento foi feito o controle de espécies daninhas (Figura 7b).

Figura 7: Manejo das mudas: a) Raleamento; b) Remoção de espécies daninhas



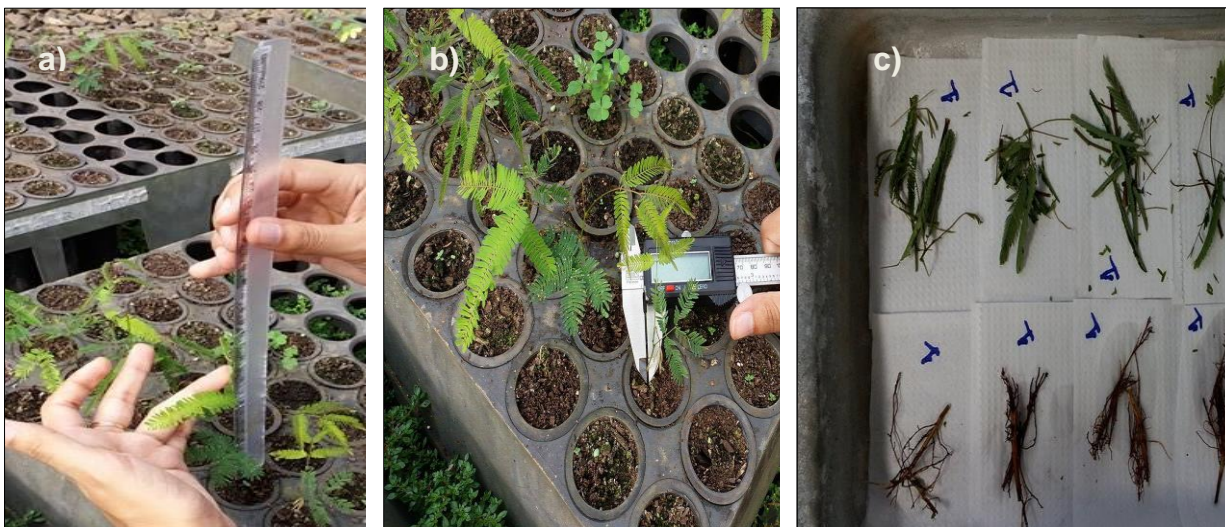
4.2.1 Análises Fitomorfológicas

Aos 30, 60 e 90 dias de emergência, a qualidade das mudas de angico-vermelho foi monitorada por meio dos parâmetros: altura, diâmetro do coleto e número de folhas. Aos 90 dias, comprimento de raiz, massa seca de raiz e massa seca de parte aérea.

A altura foi determinada (Figura 8a) com auxílio de régua graduada em milímetros, medindo desde a superfície do substrato por toda a extensão da muda, da mesma forma foi realizada a medição do comprimento da raiz. O diâmetro do coleto foi medido na base da muda, com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 8b).

A determinação da massa seca de raiz e de parte aérea (Figura 8c) foi feita após a lavagem em água corrente, seguido da divisão entre raiz e parte área, e então submetidas a estufa a 65°C por 72 horas, e por fim, a pesagem em balança analítica.

Figura 8: Determinação dos parâmetros fitomorfológicos: a) Medição da altura das mudas; b) Determinação do diâmetro do coleto; c) Preparo das mudas para determinação de massa seca



Para determinar a qualidade final das mudas, foi calculado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), que envolve os parâmetros altura (H), diâmetro do coleto (D), massa seca de raiz (MSR) e de parte aérea (MSPA), e massa seca total (MST), sendo dado pela equação (3):

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm)}{D(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}} \quad (3)$$

Por fim, foram analisados os resultados obtidos entre os tratamentos, avaliando e comparando estatisticamente cada tratamento para cada parâmetro da espécie em questão.

4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O experimento foi organizado em um delineamento inteiramente casualizado em que os tratamentos são as quatro combinações de substrato. Os resultados foram organizados em planilhas do Excel, e analisados estatisticamente com auxílio do software XLStat (ADDINSOFT, 2017). Os tratamentos foram comparados por análises de variância (ANOVA), seguido de teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

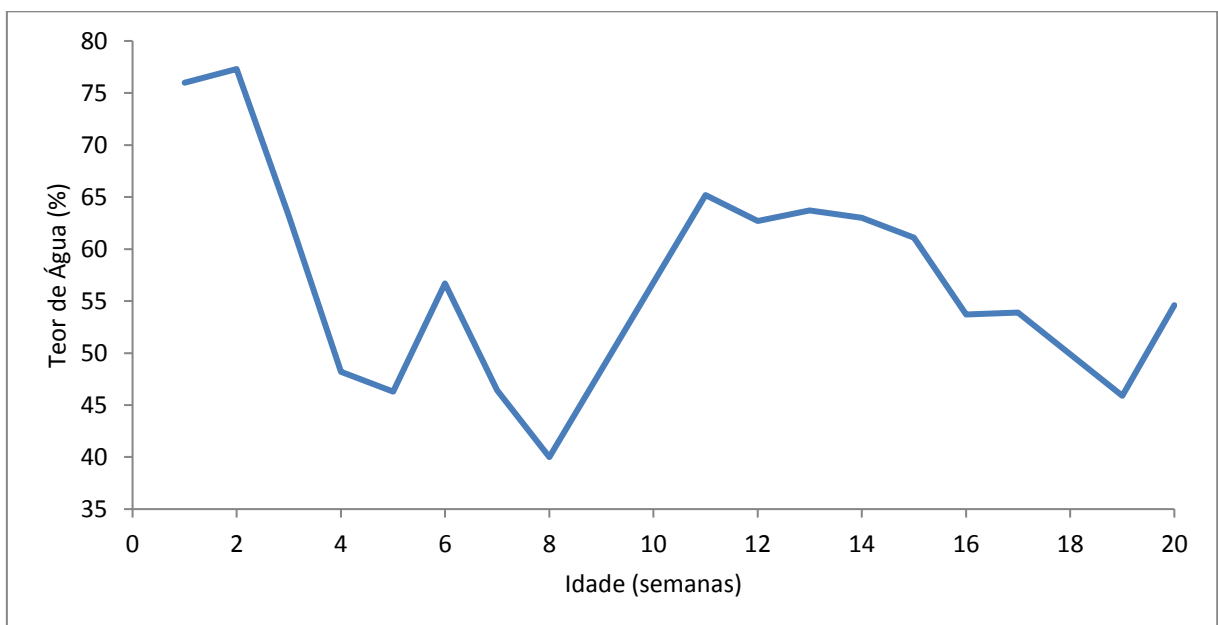
Para atender os pressupostos de normalidade e igualdade de variâncias, em alguns parâmetros foi aplicada transformações matemática em alguns dos parâmetros. Para os 90 dias, nos parâmetros número de folhas, massa seca de raiz e de parte aérea, foi aplicada a transformação dos valores por meio de raiz quadrada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PARÂMETROS DE MONITORAMENTO DA COMPOSTAGEM

Os valores obtidos pelas análises de teor de água durante o processo de compostagem variaram entre 77,3% e 40% (Figura 9). O valor ideal deste parâmetro é de 60% (PEREIRA NETO, 2007), porém, segundo Inácio e Miller (2009), o processo se desenvolve adequadamente na faixa de 45% a 60%. Em geral, o processo ocorreu dentro da faixa adequada para este parâmetro.

Figura 9: Monitoramento do parâmetro teor de água

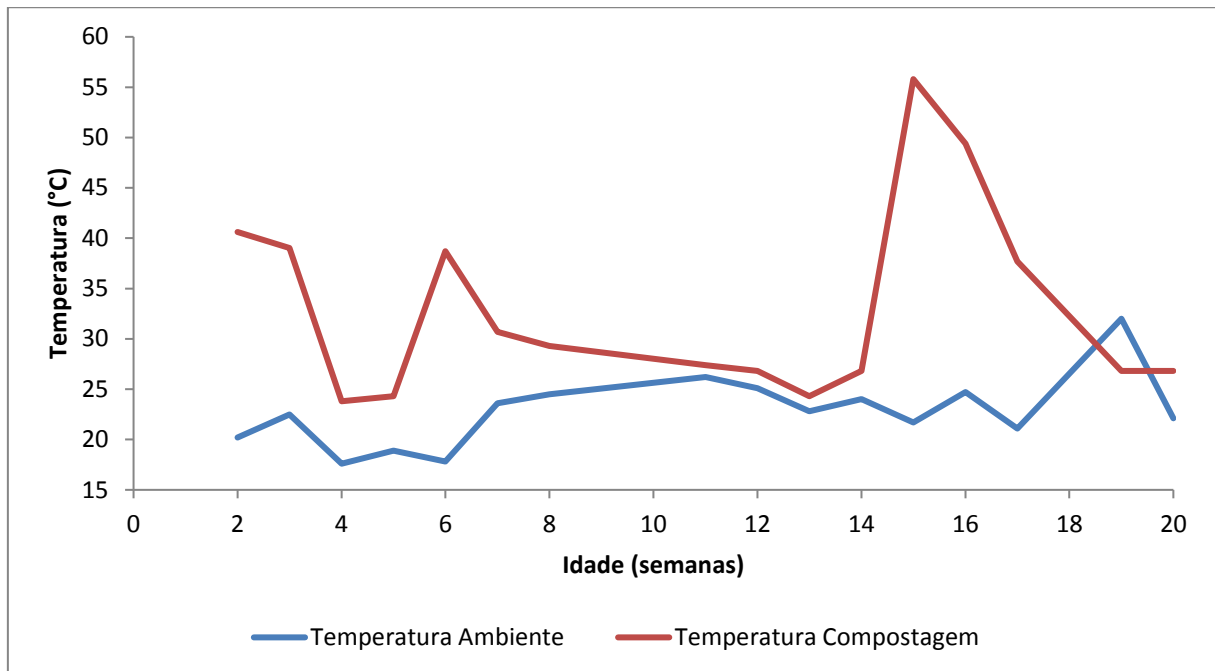


Nas duas primeiras semanas de experimento, o teor de água manteve-se acima do adequado, devido ao fato do resíduo *in natura* apresentar alto teor de água, considerando a inexistência de um tratamento de secagem para o resíduo na fábrica. Além disso, nesse período houve registro de eventos pluviométricos.

Na décima quinta semana, com a adição da cama de aviário, foi necessária a correção deste parâmetro, visto que esse resíduo possui naturalmente baixo teor de água (CONCEIÇÃO, 2012).

Quanto ao parâmetro temperatura, o processo iniciou com 40,6°C e permaneceu na faixa de 55,8 a 24,3°C. A temperatura ambiente variou de 17,6°C a 32°C (Figura 10).

Figura 10: Monitoramento do parâmetro temperatura



A temperatura inicial indica a presença de organismos mesofílicos, que são responsáveis por temperaturas entre 40 a 45°C (CONCEIÇÃO, 2012), mantendo-se nesta fase até a terceira semana.

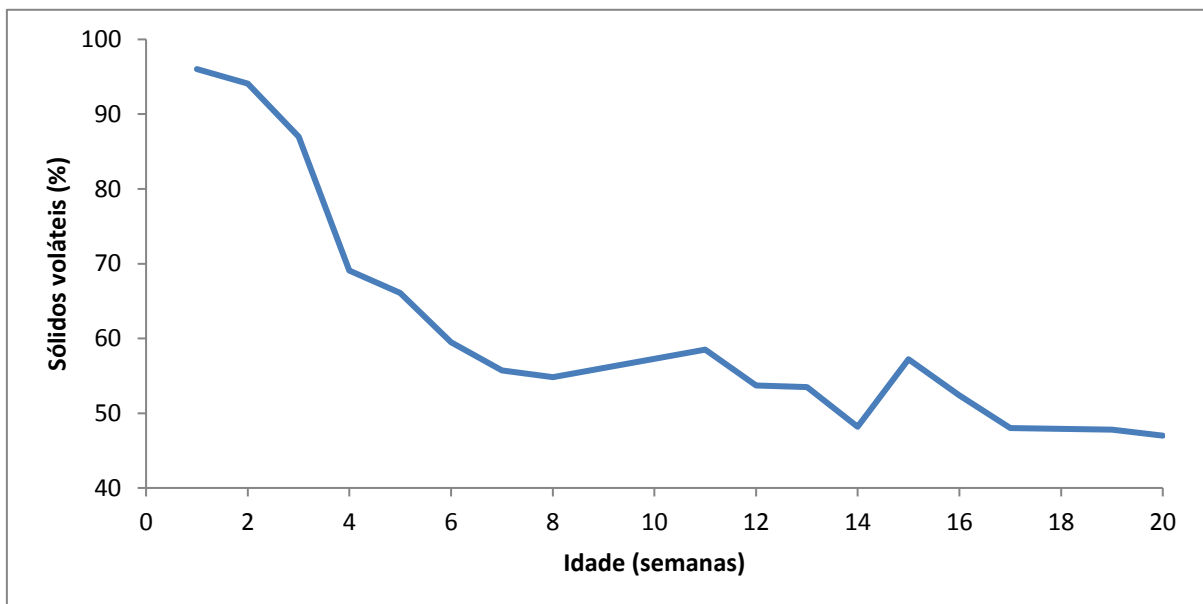
A partir da quarta semana, houve queda da temperatura, o que pode ser explicado pelo fato do ataque de pássaros e roedores, impedindo que as pilhas se mantivessem estruturadas, impossibilitando a manutenção do calor no material. Esse decréscimo de temperatura permaneceu até a décima quinta semana, em que voltou a elevar-se com o acréscimo da fonte de nitrogênio no sistema, atingindo 55,8°C após três dias. Este valor é semelhante com o encontrado em trabalho de Orrico Junior et al. (2010), em que a compostagem de cama de aviário e carcaça de frango atingiu 50°C no segundo dia, devido as intensas degradações da matéria orgânica.

Essa alta temperatura caracteriza a fase termofílica, que compreende valores entre 45 e 65°C, sendo responsável pela diminuição ou eliminação de organismos patógenos (MAGALHÃES et al., 2006). Em trabalho realizado por Hahn et al. (2012), após um mês de compostagem de cama de aviário, foi constatado a eliminação de 100% de *Escherichia coli*, indicando a eficiência das altas temperaturas na eliminação de patógenos.

Nas duas semanas seguintes, o processo permaneceu na fase mesofílica, e então ocorreu a diminuição da temperatura para valores inferiores ou iguais a temperatura ambiente, o que indica a maturação do composto.

Quanto ao parâmetro teor de sólidos voláteis, esse apresentou uma variação de 48% durante o processo, iniciando com 96,03%, atingindo a maturação em 47% (Figura 11).

Figura 11: Monitoramento do parâmetro teor de sólidos voláteis



A redução no teor de sólidos voláteis indica a eficiência do processo, uma vez que, segundo Pereira Neto (2007), para que a compostagem seja considerada satisfatória, deve haver uma redução média de 40%. Estudando o comportamento da compostagem de carcaças de aviário com casca de arroz, Sunada et al. (2015) encontrou uma redução de 57,51% para este parâmetro.

Deve-se ressaltar, contudo, que se observou na décima primeira semana, uma elevação desse parâmetro, possivelmente, decorrente de composição da amostra e quarteamento, visto que este, devido a degradação da matéria orgânica, deve decrescer ao longo do processo, indicando sua eficiência (CONCEIÇÃO, 2012).

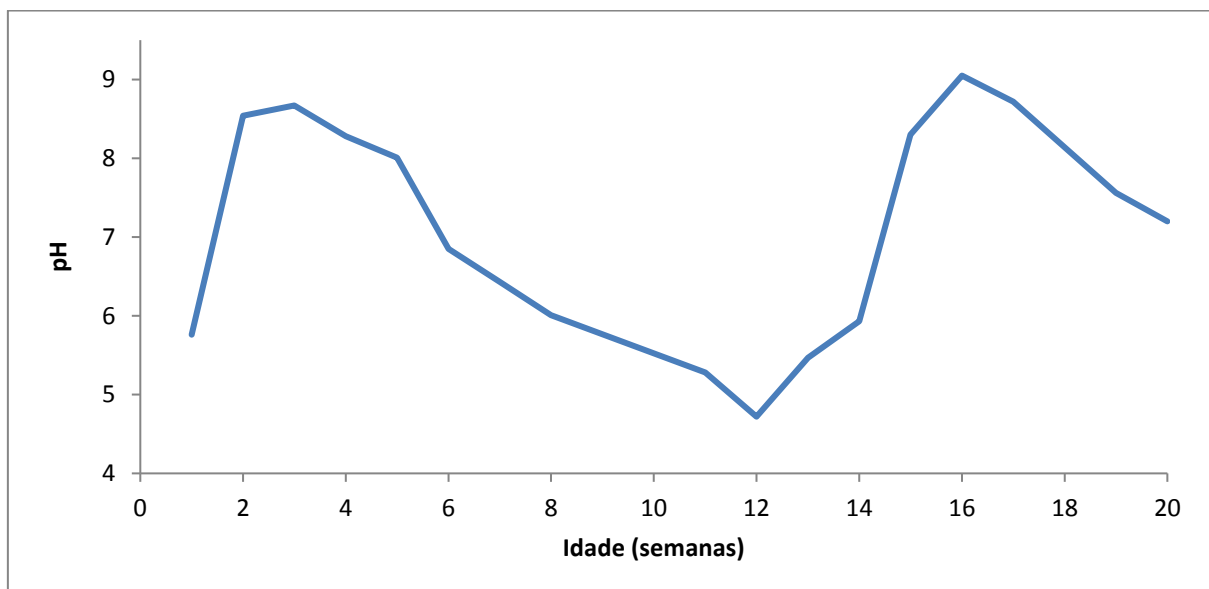
A maior variação foi observada até a quarta semana, havendo uma redução de 26,93%. Após esse período, houve queda e valores constantes na temperatura

das composteiras, o que indica que o processo estava estagnando-se, mesmo ainda apresentando visivelmente grãos de malte resistentes à degradação.

A elevação do teor de sólidos voláteis na 15ª semana deve-se a adição da cama de aviário. A partir disso, o processo transcorreu sem mudanças relevantes, com o composto apresentando características de maturação após decorridas quatro semanas.

Já para o monitoramento do parâmetro pH, o valor inicial da compostagem encontrava-se em 5,76, atuando durante o processo na faixa entre 4,72 e 9,05 (Figura 12).

Figura 12: Monitoramento do parâmetro pH



O valor inicial deste parâmetro encontra-se de acordo com Spadotto e Ribeiro (2006), que afirmam que o pH inicial entre 5,5 e 8,5 é ideal para o estabelecimento dos microorganismos.

A partir da segunda semana, o pH atingiu 8,54 e os valores mantiveram-se constantes até a sexta semana, em que houve a junção das pilhas. O pH elevou-se para 8,3 e para 9,05, respectivamente, nas duas semanas após a adição da cama de aviário, e então os valores decresceram, finalizando o processo em 7,2, valor que está na faixa que indica estabilidade do composto (PEREIRA NETO, 2007). De acordo com Cooper et al. (2010), valores de pH acima de 6,0 são um indicativo de que o composto obtido é de qualidade.

Por fim, o composto maturado e peneirado apresentava cor escura, odor de terra, baixa temperatura e era solto, indicando, organolépticamente, a finalização da compostagem (GROSSI; VALENTE, 2002; COOPER et al., 2010).

Analisando o decorrer do processo, percebe-se que o resíduo de cervejaria não é um bom material para compostagem, visto que o processo demorou mais de 20 semanas para ser concluído, e que isso só foi possível após a adição da cama de aviário.

5.2 PARÂMETROS FITOMORFOLÓGICOS DAS MUDAS FLORESTAIS

A emergência da primeira semente foi observada no quarto dia após o plantio, no tratamento S1. A maior porcentagem de emergência (E) foi de 96,88%, constatada no tratamento S1. Quanto a mortalidade (M), a maior porcentagem, com relação a máxima emergência, foi observada a partir dos 60 dias no tratamento S3, em que todas as mudas morreram (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagem da emergência e mortalidade das mudas de angico-vermelho plantado em diferentes misturas de substratos.

Tratamento	E (%)	M ₃₀ (%)	M ₆₀ (%)	M ₉₀ (%)
S1	96,88	3,22	38,70	38,70
S2	32,14	22,22	44,44	88,90
S3	21,88	57,14	100,00	100,00
S4	86,36	21,05	31,58	36,84

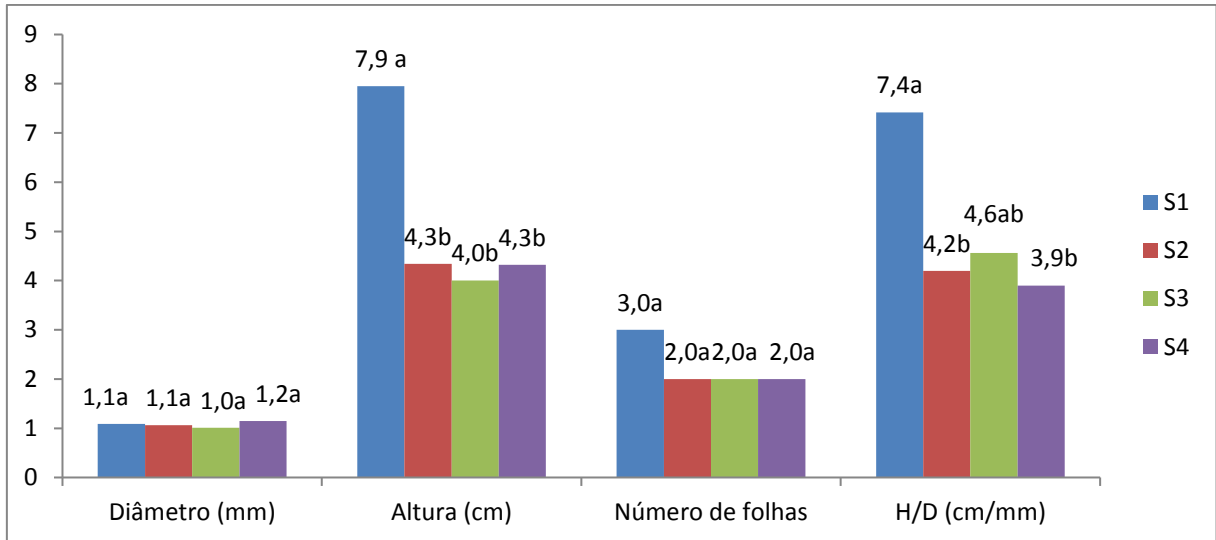
Em que: S1: 100% substrato comercial; S2: 100% composto; S3: 25% substrato comercial x 75% composto; S4: 25% composto x 75% substrato comercial; E: emergência; M₃₀: mortalidade aos 30 dias; M₆₀: mortalidade aos 60 dias; M₉₀: mortalidade aos 90 dias.

As maiores porcentagens de mortalidade, bem como os menores índices de emergência, foram encontrados nos tratamentos S2 e S3, que são os tratamentos com predomínio do substrato compostado, o que indica que, para esses parâmetros, o substrato compostado não foi eficiente para o desenvolvimento de angico-vermelho.

Aos 30 dias após a emergência das sementes, foi feita a primeira medição dos parâmetros fitomorfológicos (Figura 13). Para a altura, a maior média foi encontrada no S1, e que se difere dos demais tratamentos. Para o diâmetro do coleto, as médias não se diferiram entre si estatisticamente. Quanto ao número de

folhas, também não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Já para a relação altura por diâmetro (H/D), a maior média, 7,4, foi encontrada no tratamento S1.

Figura 13: Médias dos parâmetros fitomorfológicos aos 30 dias de emergência

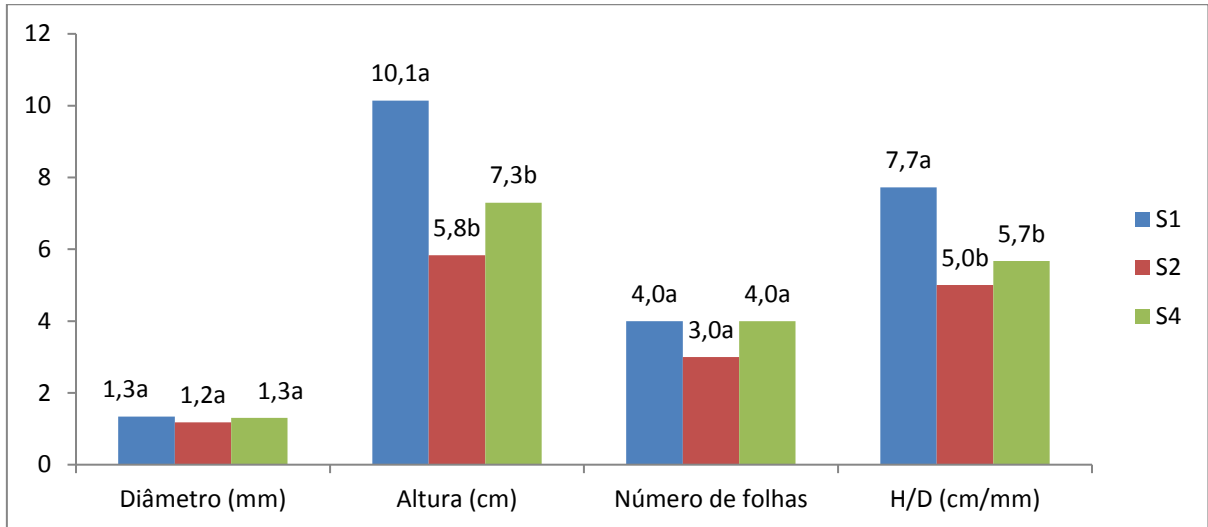


Letras iguais na coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Aos 60 dias de emergência, foi realizada nova determinação dos parâmetros fitomorfológicos (Figura 14), momento em que foi constatado que todos os indivíduos do tratamento S3 morreram. No parâmetro altura, a maior média e que se diferiu dos demais tratamentos foi o S1, sendo 10,14 cm. Quanto ao diâmetro de coleto e o número de folhas, as médias não diferiram estatisticamente. Já para a relação H/D, a maior média e única que se diferiu foi a encontrada no tratamento S1.

No trabalho realizado por Chiarelto e Monzani (2015), estudando o desenvolvimento de mudas de angico a partir de substratos compostados de lodo de esgoto, restaurante universitário e podas de árvore, resultado semelhante foi encontrado aos 50 dias nos parâmetros número de folhas e diâmetro de coleto, em que não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos tratamentos.

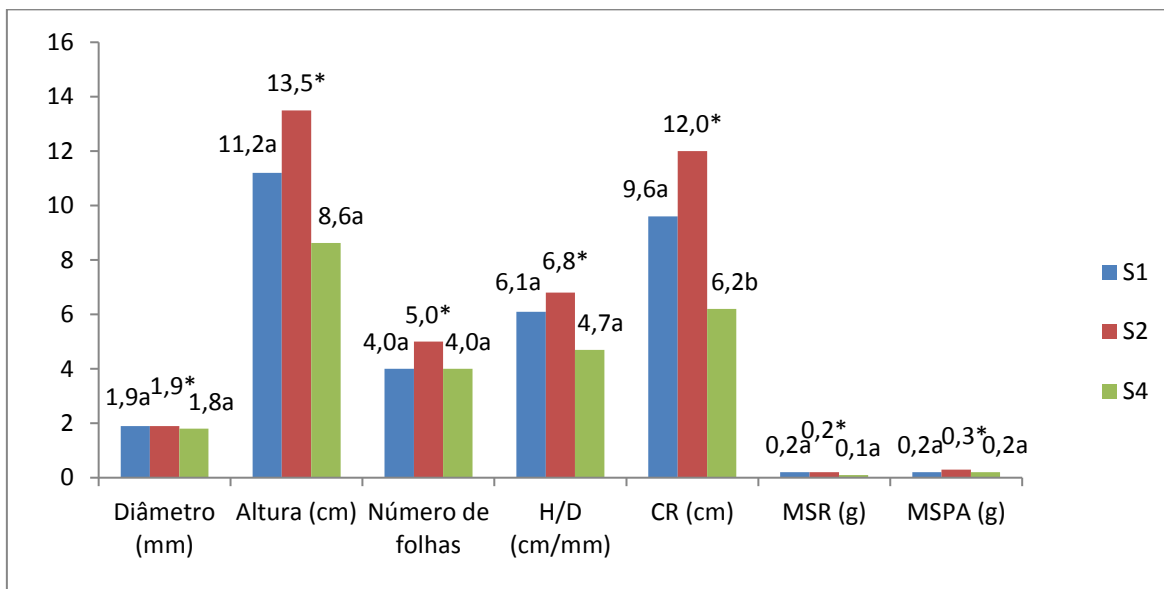
Figura 14: Médias dos parâmetros fitomorfológicos aos 60 dias de emergência



Letras iguais na coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Já aos 90 dias de emergência (Figura 15), foi constatado que restou apenas um indivíduo para o tratamento S2, não permitindo ser comparado estatisticamente por meio da ANOVA, visto que é necessária que haja média do tratamento.

Figura 15: Médias dos parâmetros fitomorfológicos aos 90 dias de emergência



Letras iguais na coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.*Os valor de S2 não puderam ser considerados na ANOVA

Para os parâmetros altura, diâmetro de coleto, número de folhas, relação H/D, MSR (massa seca de raiz) e MSPA (massa seca de parte aérea) não foram

encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos. O único parâmetro que apresentou diferenças foi o comprimento da raiz, em que o tratamento S1 possui a maior média, diferindo-se do tratamento S4.

Percebe-se que, nas três medições e para todos os parâmetros, o tratamento que obteve melhores resultados foi o S1, seguido do S4, sendo que o tratamento S2 e o S3 obtiveram os piores resultados. Desta forma, o substrato compostado, nesse caso, é de qualidade inferior ao substrato comercial utilizado no viveiro, inviabilizando seu uso em larga escala.

Para o IQD, quanto maior for este valor, melhor é a qualidade da muda (GOMES, 2001). Desta forma, o maior valor, 0,06, foi encontrado no tratamento S2, porém não é representativo, visto que é o valor do único indivíduo. Vem seguido do tratamento S1, em que o valor foi de 0,056, e por fim S4, com índice de 0,04. Este índice comprova que as mudas de melhor qualidade foram produzidas nos tratamentos com predomínio do substrato comercial.

Segundo Carneiro (1995 apud SIMÕES et al., 2012), a relação H/D indica o equilíbrio do crescimento das mudas, proporcionando uma estimativa do desenvolvimento dessas mudas a campo, e quanto menor seu valor, melhor o resultado quando forem definitivamente plantadas. Assim, contraditoriamente ao discutido anteriormente, os tratamentos S1 e S4, que apesar de apresentarem as maiores médias, maior emergência e maior sobrevivência, por terem apresentado as maiores relações H/D, seriam os tratamentos em que as mudas apresentaram o menor equilíbrio, sendo que se fossem aplicadas a campo nesse instante, apresentariam os piores resultados. Porém, se comparados os valores dessa relação aos 60 e 90 dias, percebe-se que houve uma diminuição, o que indica que, possivelmente, fosse necessária maior permanência das mudas no viveiro.

Apesar do composto do presente trabalho não ter apresentado bons resultados, alguns estudos mostram que é possível o uso de substratos compostados em substituição aos comerciais, como é o caso do trabalho realizado por Da Ros et al. (2015), em que substratos produzidos a partir de restaurante universitário e lodo de processo de flotação, apresentaram potencial para substituição de substrato comercial para desenvolvimento de mudas *Eucalyptus dunnii* e *Cordia trichotoma*.

6 CONCLUSÃO

Visto as inúmeras dificuldades encontradas durante o processo de compostagem, como o longo tempo e a dificuldade de degradação do bagaço de malte, o resíduo de cervejaria não é o mais adequado quando o principal objetivo é a obtenção de composto.

Porém, é uma alternativa que proporciona a reinserção desse resíduo na cadeia produtiva, e quando associado a outros resíduos, fontes de nitrogênio, como a cama de aviário de peru, permite a obtenção de melhores resultados.

Quanto à produção de mudas, as sementes utilizadas no viveiro municipal não são de boa qualidade, provavelmente, devido à falta de controle na coleta e armazenamento, visto que das cinco espécies inicialmente testadas, apenas uma apresentou resultados capazes de serem analisados.

Além disso, as mudas de angico-vermelho apresentaram melhor desenvolvimento nos tratamentos com predomínio do substrato comercial, o que indica que o substrato compostado de cama de aviário de peru e resíduo de cervejaria não é indicado para a produção de mudas de angico-vermelho em viveiro, inviabilizando seu uso como substituto ou agregante dos substratos comerciais.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/noticias_detalhe.cfm?NoticiasID=2091>. Acesso em: 28 ago. 2016).

ADDINSOFT, 2017. **XLSTAT**. Version Trial. Software e Guia do Usuário. Disponível em: <<https://www.xlstat.com/>>. Acesso em: 1 mar. 2017.

ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. **Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2006.

AVILA, V. S.; ABREU, V. M. N.; FIGUEIREDO, E. A. P.; BRUM, P. A. R.; OLIVEIRA, U. **Valor agrônomo da cama de frangos após reutilização por vários lotes consecutivos**. Comunicado Técnico. Concórdia:2007.

BRASIL. Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Lei nº 10.711/03. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009.

BRASIL. Decreto nº 6.871. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Lei nº 12.305/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010.

BRUST, L. A. C.; ARAGÃO, A. P.; BEZERRA JR, P. S.; GALVÃO, A.; FRANÇA, T. N.; GRAÇA, F. A. S.; PEIXOTO, P. V. Enfermidades em bovinos associadas ao consumo de resíduos de cervejaria. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.35, n.12. Rio de Janeiro, 2015.

CESTONARO, T.; ABREU, P. G.; ABREU, V. N. M.; COLDEBELLA, A.; TOMAZELLI, I. L.; HASSEMER, M. J. Desempenho de diferentes substratos na decomposição de carcaça de frango de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n. 12. Campina Grande, 2010.

CHIARELOTTO, M.; MONZANI, V. F. **Eficiência de compostos de resíduos orgânicos no crescimento de espécies arbóreas**. 2015. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2015.

CONCEIÇÃO, P. S. **Avaliação da tratabilidade de cama de frango por processos aeróbios de compostagem visando sua reutilização**. Viçosa, 73 p, 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

COOPER, M.; ZANON, A. R.; REIA, M. Y.; MORATO, R. W. **Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos e industriais: teórico e prático**. Piracicaba: Esalq, 2010. 35 p.

CORDEIRO, L. G.; EL-AOUAR, A. A.; GUSMÃO, R. P. Caracterização de bagaço de malte oriundo de cervejarias. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.7, n.3. Mossoró, 2012.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; DECARLI, L. D.; PELÁ, A.; SILVA, S. J.; MATTER, U. F.; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos de frigorífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.1. Campina Grande, 2009.

CUNHA-QUEDA, C.; MORAIS, M. C.; RIBEIRO, H. M.; ALMEIDA, M. H. Caracterização de compostos e de materiais orgânicos para a formulação de substratos para viveiros. **Revista de Ciências Agrárias**. v.33, n.1. Lisboa, 2010.

DA ROS, C. O.; REX, F. E.; RIBEIRO, I. R.; KAFER, P. S.; RODRIGUES, A. C.; SILVA, R. F.; SOMAVILLA, L. Uso de Substrato Compostado na Produção de Mudanças de *Eucalyptusdunnii* e *Cordiatrichotoma*. **Revista Floresta Ambiental**. v.22, n.4. Santa Maria, 2015.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes substratos para a produção de mudas de *SesbaniaVirgata*. **Floresta e Ambiente**. 2014.

EMBRAPA. Disponível em:

<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemIHidroponico/substratos.htm>>. Acesso em: 09 Abr. 2017.

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. Espírito Santo do Pinhal, 2008.

GASPARIN, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan**. Santa Maria, 146 p, 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria.

GOMES, J.M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K. Viçosa, 91 p, 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

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.

GROSSI, M. G. L.; VALENTE, J. P. S. **Compostagem doméstica de lixo**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista – UNERSP, Botucatu. 2002, 40 p.

HAHN, L.; PADILHA, M. T. S.; PADILHA, J. C. F.; POLI, A.; RIEFF, G. G. Persistência de patógenos e do antibiótico salinomicina em pilhas de compostagem de cama de aviário. **Archivos de Zootecnia**. v.61, n.234. 2012.

HECK, K.; MARCO, E. G.; HAHN, A. B. B.; KLUGE, M.; SPILK, F. R.; VAN DER SAND, S. T. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 17, n.1. Campina Grande, 2013.

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 urbanos. **Relatório de pesquisa**. Brasília, 2012. 82 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.

JUNGES, E.; MUNIZ, M. F.; MEZZOMO, R.; BASTOS, B.; MACHADO, R. T. *Trichoderma* spp. na Produção de Mudanças de Espécies Florestais. **Revista Floresta Ambiental**. v.23, n.2. Santa Maria, 2016.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. v.1. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MAGALHÃES, M. A.; MATOS, A. T.; DENÍCULI, W.; TINOCO, I. F. F. Compostagem de bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.2. Campina Grande, 2006.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. 3 ed. Viçosa, 2013.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/florestas>>. Acesso em : 14 set. 2016.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade**. Circular Técnica 59. Aracaju, 2009.

OLIVEIRA, F. G.; JARDIM, M. A. G. Substratos na produção de mudas de espécies arbóreas nativas para arborização urbana. **REVSBAU**. v.8, n.3. Piracicaba, 2013.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. S.; SOUZA, R. M.; GUIMARÃES, T. G.; SILVA JUNIOR, M. C.; PEREIRA, D. J. S.; RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do cerrado**. Editora Rede de Sementes do Cerrado. Brasília, 2016.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frango e carcaça de aves. **Eng. Agrícola**. v.30, n.3. Jaboticabal, 2010.

PEIXOTO, R. T. G. **Compostagem**. Embrapa Solos. 2011.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem: Processo de baixo custo**. 1ed. Viçosa: Ed. UFV, 2007.

RODRÍGUEZ, A. M.; LOPEZ-FABAL, A.; CHIARA, E. C.; SEBASTIÁ, F. F.; ASCASO, J. O.; SÁNCHEZ, M. A. G.; AGUIRRE, M. T.. M.; PAGÈS, O. M.; REYES, R. C.; NUÑES, R. L.; NAVARRO, R. B. **Uso delcompost como componente de sustratos para cultivo encontenedor**. 1 ed. Madrid : Ediciones Paraninfo, 2015. 244 p.

SANTOS, M. S. **Cervejas e Refrigerantes**. CETESB, 2005.

SARMENTO, M. B.; VILLELA F. A. **Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil**. Informativo ABRATES. v.20, n.1,2. 2010.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**. Editora UFMS. Campo Grande, 2006.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. Disponível em:
<<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/conhecendo-sobre-florestas>>.
Acesso em: 14 set. 2016.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. Disponível em:
<http://www.florestal.gov.br/snif/recursosflorestais/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&catid=14&id=160>. Acesso em: 14 set. 2016.

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

SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Revista Ciência Florestal**. v.22, n. 1. Santa Maria, 2012.

SOUZA, F. X. **Materiais para formulação de substratos na produção de mudas e no cultivo de plantas envasadas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 21 p.

SPADOTTO, C. A.; RIBEIRO, W. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2006. 320 p.

SUNADA, N. S.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; CENTURION, S. R.; OLIVEIRA, A. B. M.; FERNANDES, A. R. M.; JUNIOR, J. L.; SENO, L. O.

Compostagem de resíduo sólido de abatedouro avícola. **Revista Ciência Rural.**
v.45, n.1. Santa Maria, 2015.