

**Alan Mario Zuffo**  
(Organizador)

# **A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais 5**



**Atena**  
Editora

Ano 2019

**Alan Mario Zuffo**  
(Organizador)

**A produção do Conhecimento nas Ciências  
Agrárias e Ambientais**  
**5**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Lorena Prestes e Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
---	--

P964	A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais 5 [recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 5)
------	---

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-288-3

DOI 10.22533/at.ed.883192604

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –  
Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu V volume, apresenta, em seus 27 capítulos, com conhecimentos científicos nas áreas agrárias e ambientais.

Os conhecimentos nas ciências estão em constante avanços. E, as áreas das ciências agrárias e ambientais são importantes para garantir a produtividade das culturas de forma sustentável. O desenvolvimento econômico sustentável é conseguido por meio de novos conhecimentos tecnológicos. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

Para alimentar as futuras gerações são necessários que aumente a quantidade da produção de alimentos, bem como a intensificação sustentável da produção de acordo como o uso mais eficiente dos recursos existentes na biodiversidade.

Este volume dedicado às áreas de conhecimento nas ciências agrárias e ambientais. As transformações tecnológicas dessas áreas são possíveis devido o aprimoramento constante, com base na produção de novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, pesquisadores e entusiastas na constante busca de novas tecnologias para as ciências agrárias e ambientais, assim, garantir perspectivas de solução para a produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PRODUÇÃO DE MUDAS CÍTRICAS EM SANTA LUZIA DO INDUÁ, MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO/PARÁ	
<i>Luane Laíse Oliveira Ribeiro</i>	
<i>Letícia do Socorro Cunha</i>	
<i>Lucila Elizabeth Fragoso Monfort</i>	
<i>Wanderson Cunha Pereira</i>	
<i>Antonia Taiara de Souza Reis</i>	
<i>Francisco Rodrigo Cunha do Rego</i>	
<i>Felipe Cunha do Rego</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8831926041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR DE SEGUNDO CORTE FERTILIZADA COM ORGANOMINERAIS DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE	
<i>Suellen Rodrigues Ferreira</i>	
<i>Mateus Ferreira</i>	
<i>Ariana de Oliveira Teixeira</i>	
<i>Igor Alves Pereira</i>	
<i>Marliezer Tavares de Souza</i>	
<i>Emmerson Rodrigues de Moraes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8831926042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>16</b>
PROGRAMA MINIEMPRESA NO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CAMPUS ITAPINA: PROCEDIMENTOS E RESULTADOS DA EMPRESA ECOPUFF	
<i>Larissa Haddad Souza Vieira</i>	
<i>Hugo Martins de Carvalho</i>	
<i>Vinícius Quiuqui Manzoli</i>	
<i>Stefany Sampaio Silveira</i>	
<i>Raphael Magalhães Gomes Moreira</i>	
<i>Diná Castiglioni Printini</i>	
<i>Lorena dos Santos Silva</i>	
<i>Regiane Lima Partelli</i>	
<i>Sabrina Rohdt da Rosa</i>	
<i>Fábio Lyrio Santos</i>	
<i>Raniele Toso</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8831926043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>24</b>
PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE FEIJÃO CARIOCA ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	
<i>Bruna Cecilia Gonçalves</i>	
<i>Dhenny Costa da Mota</i>	
<i>Camila Marques Oliveira</i>	
<i>Maurício Lopo Montalvão</i>	
<i>Antônio Fábio Silva Santos</i>	
<i>Ernesto Filipe Lopes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8831926044</b>	

**CAPÍTULO 5 ..... 29**

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE MILHO EM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE

*Daiana Raniele Barbosa da Silva*  
*Letícia Thália da Silva Machado*  
*Jorge Gonçalves Lopes Júnior*  
*Wagner da Cunha Siqueira*  
*Selma Alves Abrahão*  
*Edinei Canuto Paiva*

**DOI 10.22533/at.ed.8831926045**

**CAPÍTULO 6 ..... 36**

QUALIDADE DA ÁGUA E LANÇAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO NA PRAIA DA SIQUEIRA, CABO FRIO – RJ: UMA DISCUSSÃO DA RELAÇÃO ENTRE ASPECTOS VISUAIS E PARÂMETROS MONITORADOS NA LAGOA DE ARARUAMA

*Ricardo de Mattos Fernandes*  
*Viviane Japiassú Viana*  
*Cecília Bueno*

**DOI 10.22533/at.ed.8831926046**

**CAPÍTULO 7 ..... 52**

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: DETECÇÃO DA PLUMA DE CONTAMINAÇÃO POR MÉTODOS GEOELÉTRICOS

*Valter Antonio Becegato*  
*Francisco José Fonseca Ferreira*  
*Rodoilton Stefanato*  
*João Batista Pereira Cabral*  
*Vitor Rodolfo Becegato*

**DOI 10.22533/at.ed.8831926047**

**CAPÍTULO 8 ..... 63**

RESPOSTA DA ALFACE VARIEDADE AMERICANA A DIVERSAS DOSAGENS DE ADUBO FOLIAR EM CANTEIRO DEFINITIVO

*Wesley Ferreira de Andrade*  
*Emmanuel Zullo Godinho*  
*Maiara Cauana Scarabonatto Guedes de Oliveira*  
*Kélly Samara Salvalaggio*  
*Fabiana Tonin*  
*Fernando de Lima Caneppele*  
*Luís Fernando Soares Zuin*

**DOI 10.22533/at.ed.8831926048**

**CAPÍTULO 9 ..... 73**

REVISÃO DE LITERATURA: MÉTODOS DE ISOLAMENTO, PRESERVAÇÃO, CULTIVO, INOCULAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS FERRUGENS

*Bruna Caroline Schons*  
*Vinícius Rigueiro Messa*  
*Juliana Yuriko Habitzreuter Fujimoto*  
*Norma Schlickmann Lazaretti*  
*Vanessa De Oliveira Faria*  
*Lucas da Silveira*

**DOI 10.22533/at.ed.8831926049**

<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>82</b>
SINCRONIZAÇÃO DE CIO EM OVELHAS PRIMÍPARAS ESTUDO DE CASO	
<i>Leonardo da Costa Dias</i>	
<i>Liana de Salles Van Der Linden</i>	
<i>Marcia Goulart Lopes Coradini</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>94</b>
SISTEMAS AGROFLORESTAIS: ALTERNATIVAS DE SUSTENTABILIDADE	
<i>Beno Nicolau Bieger</i>	
<i>Simone Merlini</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>107</b>
SOMBREAMENTO E PRODUTIVIDADE DE RABANETE EM CULTIVO PROTEGIDO	
<i>Nilton Nélio Cometti</i>	
<i>Josimar Viana Silva</i>	
<i>Everaldo Zonta</i>	
<i>Raphael Maia Aveiro Cessa</i>	
<i>Larissa Rodrigues Pereira</i>	
<i>Emmanuel da Silva Guedes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>114</b>
TEORES MINERAIS EM DIFERENTES CULTIVARES DE MAÇÃS NAS SAFRAS DE 2016/17 E 2017/18	
<i>Bianca Schweitzer</i>	
<i>Ricardo Sachini</i>	
<i>Cristhian Leonardo Fenili</i>	
<i>Mariuccia Schlichting De Martin</i>	
<i>José Luiz Petri</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>125</b>
TERMOMETRIA EM UNIDADES ARMAZENADORAS: COMPARATIVO DE SENSORES DIGITAIS E TERMOPARES	
<i>Eduardo Ferraz Monteiro</i>	
<i>Eduardo De Aguiar</i>	
<i>Marcos Antônio de Souza Vargas</i>	
<i>Murilo Gehrmann Schneider</i>	
<i>Tarcísio Cardoso Selinger</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>132</b>
TERRAS INDÍGENAS: DISCURSOS, PERCURSOS E RACISMO AMBIENTAL	
<i>Thaís Janaina Wenczenovicz</i>	
<i>Ismael Pereira da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260415</b>	

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>145</b>
TIPOLOGIA DO JARDIM RESIDENCIAL E BIODIVERSIDADE EM ALDEAMENTOS DE LUXO NO LITORAL CENTRO-ALGARVIO	
<i>Inês Isabel João</i>	
<i>Paula Gomes da Silva</i>	
<i>José António Monteiro</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>157</b>
TIPOS DE RECIPIENTES NA PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE TRÊS ESPÉCIES MEDICINAIS	
<i>Ademir Goelzer</i>	
<i>Orivaldo Benedito da Silva</i>	
<i>Elissandra Pacito Torales</i>	
<i>Cleberton Correia Santos</i>	
<i>Maria do Carmo Vieira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>166</b>
TRATAMENTO TÉRMICO E NUTRICIONAL NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO	
<i>Miquele Coradini</i>	
<i>Eduardo Dumer Toniato</i>	
<i>Marcus Vinicius Sandoval Paixão</i>	
<i>Mirele Coradini</i>	
<i>Leidiane Zinger</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>168</b>
TRATAMENTOS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE <i>Samanea tubulosa</i> (BENTH.) & J.W. GRIMES	
<i>Diogo Antônio Freitas Barbosa</i>	
<i>Debora Cristina Santos Custodio</i>	
<i>Marcelo Henrique Antunes Farias</i>	
<i>Eliandra Karla da Silva</i>	
<i>Mariane Bomfim Silva</i>	
<i>Luiz Henrique Arimura Figueiredo</i>	
<i>Cristiane Alves Fogaça</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>176</b>
USO DE ÁCIDO BÓRICO E TIAMETOXAM NO CONTROLE DE <i>Thaumastocoris peregrinus</i> CARPINTERO & DELLAPÉ (HEMIPTERA: THAUMASTOCORIDAE)	
<i>Ivan da Costa Ilhéu Fontan</i>	
<i>Marlon Michel Antônio Moreira Neto</i>	
<i>Sharlles Christian Moreira Dias</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260420</b>	

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>183</b>
UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE ORGANOMINERAL NO ENRAIZAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE PITAYA	
<i>Marcelo Romero Ramos da Silva</i> <i>Ana Paula Boldrin</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>191</b>
UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DO FERTILIZANTE BIOZYME® EM TRATAMENTO DE SEMENTE EM ARROZ IRRIGADO, CULTIVAR PRIME CL	
<i>Matheus Bohrer Scherer</i> <i>Danie Martini Sanchotene</i> <i>Sandriane Neves Rodrigues</i> <i>Bruno Wolffenbüttel Carloto</i> <i>Leandro Lima Spatt</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>196</b>
VARIABILIDADE ESPACIAL DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE NEOSSOLOS, SOB DIFERENTES FITOFISSIONOMIAS	
<i>Guilherme Guerin Munareto</i> <i>Claiton Ruviano</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>207</b>
VERMICOMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA APROVEITAMENTO DE RESÍDUO ORGÂNICO PROVENIENTE DO SETOR DE CUNICULTURA DA ESCOLA TÉCNICA AGRÍCOLA DE GUAPORÉ/RS	
<i>Bruna Taufer</i> <i>Wagner Manica Carlesso</i> <i>Daniel Kuhn</i> <i>Maria Cristina Dallazen</i> <i>Camila Castro da Rosa</i> <i>Peterson Haas</i> <i>Aluisie Picolotto</i> <i>Rafela Ziem</i> <i>Sabrina Grando Cordero</i> <i>Gabriela Vettorello</i> <i>Eduardo Miranda Ethur</i> <i>Lucélia Hoehne</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>252</b>
VETIVER ( <i>Chrysopogon zizanioides</i> L.): UM AGENTE FITOTÓXICO	
<i>Patrícia Moreira Valente</i> <i>Sônia Maria da Silva</i> <i>Thammyres de Assis Alves</i> <i>Vânia Maria Moreira Valente</i> <i>Milene Miranda Praça-Fontes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260425</b>	

<b>CAPÍTULO 26 .....</b>	<b>261</b>
VIABILIDADE DE SEMENTES DE GIRASSOL ARMAZENADAS EM CÂMARA FRIA	
<i>Julcinara Oliveira Baptista</i>	
<i>Paula Aparecida Muniz de Lima</i>	
<i>Rodrigo Sobreira Alexandre</i>	
<i>Simone de Oliveira Lopes</i>	
<i>José Carlos Lopes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260426</b>	
<b>CAPÍTULO 27 .....</b>	<b>271</b>
VIGOR E VIABILIDADE DE SEMENTES DE SOJA EM RESPOSTA A UMIDADE DURANTE O PROCESSO DE ARMAZENAGEM	
<i>Willian Brandelero</i>	
<i>Andre Barbacovi</i>	
<i>Mateus Gustavo de Oliveira Rosbach</i>	
<i>Caicer Viebrantz</i>	
<i>Leonita Beatriz Girardi</i>	
<i>Andrei Retamoso Mayer</i>	
<i>Alice Casassola</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88319260427</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>280</b>

## VERMICOMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA APROVEITAMENTO DE RESÍDUO ORGÂNICO PROVENIENTE DO SETOR DE CUNICULTURA DA ESCOLA TÉCNICA AGRÍCOLA DE GUAPORÉ/RS

**Bruna Taufer**  
**Wagner Manica Carlesso**  
**Daniel Kuhn**  
**Maria Cristina Dallazen**  
**Camila Castro da Rosa**  
**Peterson Haas**  
**Aluisie Picolotto**  
**Rafela Ziem**  
**Sabrina Grando Cordero**  
**Gabriela Vettorello**  
**Eduardo Miranda Ethur**  
**Lucélia Hoehne**

**RESUMO:** A agropecuária desempenha um papel muito importante para a economia brasileira, sendo responsável pela produção de bens de consumo e criação de animais, coluna fundamental para a disponibilidade de alimentos. No entanto, no meio rural tem-se sérios problemas com os dejetos de animais, visto que os mesmos são poluentes para os recursos hídricos, e agentes da propagação de insetos. Porém, quando utilizados na incorporação dos solos agrícolas possuem potencial fertilizante, e reduzem a necessidade de obtenção de insumos agrícolas. Como alternativa para diminuição da geração de resíduos temos a vermicompostagem e a compostagem. Portanto, a proposta do presente trabalho foi verificar a possibilidade de usar resíduos

orgânicos do setor de cunicultura, de uma escola agrícola, como material para processo de compostagem e vermicompostagem para futuro adubo orgânico em solos agricultáveis. Para isto foram construídos minhocários com capacidade de 30 litros, em que foram submetidos à fase de experimentação. Três destes, compostos com esterco de coelho, casca de arroz e minhocas da espécie *Eisenia andrei* e os três restantes apenas com esterco de coelho e casca de arroz. Os processos de compostagem e de vermicompostagem foram avaliados nos tempos 0, 55 e 90 dias, sendo avaliados quanto aos aspectos de nitrogênio, fósforo, potássio, carbono orgânico, pH, temperatura, umidade, redução de volume e peso, reprodução das minhocas e aspecto do material orgânico ao final do processo. Como resultados, ao final do processo, pode-se verificar que houve decomposição das matérias primas nos dois processos avaliados, e os resultados foram considerados estatisticamente iguais para os dois processos, exceto o valor de carbono orgânico e redução de volume e peso, que foram maiores no processo da vermicompostagem. Assim, na proporção de 75% de esterco de coelho e 25% de casca de arroz, foi possível avaliar a degradação, sendo potenciais fertilizantes em plantas cultivadas na agricultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vermicompostagem.

## 1 | INTRODUÇÃO

O setor agropecuário exerce um papel fundamental para a economia brasileira, sendo responsável pela produção de bens de consumo e criação de animais, coluna fundamental para a disponibilidade de alimentos (SBIZZARO, 2013). No entanto, no meio rural tem-se sérios problemas com os dejetos de animais, visto que os mesmos são altamente poluentes para os recursos hídricos, e agentes da propagação de insetos (CARLESSO; RIBEIRO; HOEHNE, 2011). Porém, estes resíduos podem ser considerados importantes fontes de biomassa agregando um bom valor econômico e ambiental, quando utilizados para incorporação em solo, reduzindo-se assim a utilização de insumos, e contribuindo para a fertilidade dos solos agrícolas (QUEIROZ et al., 2014).

Pensando em alternativas de controle de geração de resíduo (COTTA et al., 2014), o reaproveitamento dessa biomassa como a compostagem e a vermicompostagem podem ser usadas.

A compostagem utiliza como matéria prima, resíduos orgânicos, domésticos ou também provindos de fontes com maior volume de geração de resíduos orgânicos: granjas suínicas, avícolas e indústrias que possuem uma geração de resíduos orgânicos, permitindo dar um destino adequado aos resíduos orgânicos agrícolas, industriais e domésticos, passíveis dos processos de compostagem (CERVEIRA, 2008; GODOY, 2015).

Já a vermicompostagem, acelera a decomposição dos resíduos orgânicos utilizando minhocas e microrganismos que estão presentes no meio (SILVA; LANDGRAF; REZENDE, 2013).

No Brasil a Cunicultura ainda é pouca difundida, mas vem crescendo como uma alternativa para o combate à fome e na agricultura familiar, visto que os coelhos de adaptam facilmente ao ambiente, clima, manejo e alimentação. O resíduo de esterco destes animais demonstra bom potencial quanto utilizado como fertilizante, e podem ser utilizados como adubos orgânicos, auxiliando o sistema de produção familiar (BASSACO, 2014).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2011), nosso país possuía um rebanho de coelhos de 233.607 (cabeças), destas, 94.207 (cabeças) estão presentes em nosso estado. Considerando que cada coelho gera de 50 a 60 Kg de esterco por ano, pode-se estimar que a geração anual desse resíduo do Setor de Cunicultura no Rio Grande do Sul seja de 4.710 a 5.652 t/ano (BASSACO, 2014).

O arroz é um dos mais importantes e consumidos cereais do mundo. Durante o seu beneficiamento, há a geração da casca, conhecida também como palha de arroz,

composta de 80% de matéria orgânica e 20% de matéria inorgânica. Da parte orgânica tem-se: 50% de celulose, 26% de lignina e 4% de outros componentes, como proteínas e óleos. Devido à grande fração de celulose e lignina presentes na casca de arroz, a decomposição e a biodisponibilidade, dos outros componentes existentes na casca, tornam-se reduzidos. Somente em meio aeróbico e com presença de fungos específicos será possível a decomposição orgânica deste material. No caso da compostagem, processo anaeróbico, a casca de arroz não irá se decompor (WALLAUER, 2011).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a compostagem e a vermicompostagem usando como fonte esterco de coelho, e casca de arroz para posterior aplicação como fertilizante.

## **2 | OBJETIVOS**

Este estudo tem como objetivo avaliar e comparar a eficiência de dois métodos, compostagem e vermicompostagem, com a utilização de esterco de coelho e casca de arroz, como forma de aproveitamento do mesmo, e seu potencial fertilizante.

### **2.1 Objetivos específicos**

- a) Verificar as proporções adequadas de esterco e casca de arroz para o processo de vermicompostagem;
- b) Comparar e avaliar a eficiência dos dois métodos em estudo;
- c) Sugerir a utilização do composto como fertilizante em solos agricultáveis.

## **3 | REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1 Cenário agropecuário**

A agropecuária é um dos fundamentais alicerces da evolução socioeconômica no Brasil, pois com o aumento da população mundial teve-se elevação na produção de bens de consumo, e assim, a urgência em produzir mais alimentos. Perante este evento aumentou a ocupação de terras, e conseqüentemente, o setor agrícola expandiu-se de maneira favorável. Segundo dados do IBGE (2012) o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro foi de 0,9% no ano, representando um crescimento quatro vezes menor ao setor agropecuário no mesmo período em que apresentou valor de 3,6% (SBIZZARO, 2013).

### **3.2 A geração de resíduos agropecuários**

Segundo Fiori et al. (2008), os impactos ambientais são provocados pela grande

produção de resíduos, visto que a geração dos mesmos, é extremamente maior se comparada à sua degradação. Conforme Konzen et al. (2010), os setores agropecuários produzem vários tipos de resíduos. Estes, quando manejados de forma adequada não oferecem risco algum ao meio ambiente, pois são ótimas fontes de nutrientes e melhoram as condições físicas, químicas e biológicas do solo. O problema evidencia-se quando estes resíduos não recebem o devido manejo e tratamento, considerados então como contaminantes ao meio ambiente.

Desta forma, os resíduos orgânicos agrícolas estão sendo cada vez mais vistos como recursos que ao invés de serem eliminados, devem ser reciclados. Diante desta situação, a compostagem tem sido uma das alternativas viáveis, de menor custo e eficiente na destruição dos patógenos contidos no resíduo (GONÇALVES, 2014).

### 3.3 Resíduo da criação de coelhos

O produtor de coelhos pode estimar a quantidade de dejetos gerados em função do alimento consumido (VILELA, 2004):

Equação 1 – Determinação de dejetos gerados em função do alimento consumido

$$\text{Fezes} = \frac{\text{alimento consumido}}{2} \quad (1)$$

Equação 2 – Determinação de dejetos gerados em função do líquido consumido

$$\text{Urina} = \frac{\text{líquido consumido}}{2} \quad (2)$$

Quando utilizado como biofertilizante deve-se conhecer sua composição. Esta, e a quantidade de resíduos dependem das condições alimentares fornecidas pelo produtor, e do sistema de criação utilizado (instalações) (VILELA, 2004).

Estudos demonstram que o esterco de coelho apresenta uma composição de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), em média de 1,5 a 2,5%; 1,4 a 1,8% e 0,5 a 0,8%, respectivamente. Se comparar a composição média de N presente no esterco de coelho com demais estercos, percebe que o mesmo é similar a esterco de bovino (2,08%; 2,27%), e permanece um pouco baixo aos esterco de aves (4,03%; 3,11%) e suínos (2,74%; 3,18%) (QUEIROZ et al., 2014).

### 3.4 Casca de arroz

O Brasil apresenta uma enorme aptidão agrícola, com a possibilidade de reciclar os resíduos gerados para posterior utilização como adubo orgânico em solos agricultáveis, fato este que surge como ponto positivo, visto que nossa agricultura nacional necessita fortemente da importação de fertilizantes (GUIDONI, 2015).

Diante desta situação, destaca-se a geração de casca de arroz, resíduo agrícola, que o nosso Estado atinge 1.200.000 toneladas/ano, enquadrando-se como um dos

maiores produtores mundiais. A compostagem é uma das alternativas para tratamento deste tipo de resíduo, pois devido as suas características físico químicas, pode ser utilizado como material no processo de degradação de determinados resíduos (GUIDONI, 2015). Este procedimento é adotado, em partes, pelos produtores de arroz, visto que boa parte deste material é disposto no solo como a única alternativa para sua disposição. O período necessário para decomposição da casca de arroz é de aproximadamente 5 anos, desta forma torna-se um problema para os produtores de arroz que a dispõe em solo agrícola. Outro fator preocupante é o grande volume de solo necessário para sua disposição, levando em conta que a casca possui uma densidade muito baixa, em torno de 130 kg/m<sup>3</sup>. A queima não controlada a céu aberto também é um dos destinos para este material, emitindo assim grandes quantidades de monóxido e dióxido de carbono (CO e CO<sub>2</sub>) (MAYER; HOFFMANN; RUPPENTHAL, 2006).

Na Tabela 1 retratam-se valores típicos dos principais parâmetros da casca de arroz.

Parâmetros	Valor típico
Umidade	14%
pH	7,4
Carbono	80 %
Nitrogênio	0,7 %
Fósforo	0,2 %
Potássio	0,32 %
Relação C/N	114

Tabela 1 – Caracterização da casca de arroz

Fonte: Adaptado de Torres e Tarifa (2012).

### 3.5 Compostagem

A degradação da matéria orgânica está relacionada com o processo natural que ocorre no ambiente, a compostagem, este termo diz respeito a decomposição do meio, mas o homem percebendo o que acontecia na natureza desenvolveu procedimentos para acelerar o processo de compostagem e gerar compostos orgânicos que pudessem rapidamente ser utilizando suprindo suas necessidades. O produto compostado, estabilizado e higienizado, que é utilizado para a produção vegetal, pode ser chamado de composto orgânico (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

A compostagem caracteriza-se como o processo biológico de decomposição da matéria orgânica, contida em restos de origem animal ou vegetal, formando um

composto. A compostagem propicia um destino útil para os resíduos orgânicos, evitando sua acumulação em aterros e melhorando a estrutura dos solos, uma vez que, esse processo tem como resultado final um produto - o composto orgânico - que pode ser incorporado ao solo com finalidade de melhorar suas características, sem ocasionar danos ao meio ambiente (GODOY, 2015). A utilização de matéria orgânica (MO) como adubação através da incorporação em solo agrícola, minimiza a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, auxilia na disponibilidade de água para as plantas, através da umidade retida, melhora a textura dos solos, tendo-se desta maneira um controle erosivo das áreas agrícolas e fornecendo às plantas macro e micronutrientes essenciais para seu desenvolvimento (SILVA; LANDGRAF; REZENDE, 2013).

Devido à ação dos microrganismos durante o processo de compostagem há liberação de gás carbônico, evaporação de água e produção de energia. Desta energia, parte é utilizada para crescimento e movimento dos microrganismos, o restante é liberado em forma de calor para o ambiente, calor este que deve-se conservar no ambiente da compostagem. Desta forma, a pilha de compostagem eleva a temperatura, resfria e chega ao estágio de maturação. Neste processo dois importantes processos acontecem, sais minerais e húmus. O primeiro contém nutrientes utilizados pelas raízes das plantas, e o segundo utilizado como melhorador das propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo (DEUCHER, 2014).

### *3.5.1 Fases da compostagem*

Para o processo de compostagem tem-se várias fases necessárias, uma delas é a fase mesófila, em que tem-se o início da decomposição do material orgânico através das bactérias que promovem a quebra da MO (COTTA et al., 2014). A temperatura se faz importante neste processo, pois com a biodegradação do resíduo orgânico, ocorre a liberação de calor e conseqüentemente o aquecimento do meio. A temperatura ideal deve ficar entre 60 °C a 70 °C, o que contribui ainda para a esterilização da matéria orgânica, causando a morte de organismos patógenos (GERHARD; MORAES, 2015). Com o aumento da temperatura, acima de 45 °C, a morte dos microrganismos mesófilos fica evidente, dando espaço para os organismos termófilos (COTTA et al., 2014).

A maior decomposição do composto orgânico ocorre na fase termófila (COTTA et al., 2014), em que a temperatura ultrapassa os 45 °C, e permanece na faixa de 50 °C a 65 °C. Nesta fase o fluxo de ar é de extrema importância para o processo (CARLESSO; RIBEIRO; HOEHNE, 2011), pois para que a compostagem tenha maior efetividade, a presença de oxigênio em seu meio é indispensável, já que se trata de um processo de fermentação. Para tal, é importante que ocorra o revolvimento constante na massa orgânica em compostagem. Caso a fermentação ocorra na ausência de oxigenação, há a possibilidade de haver perda de nitrogênio, cheiro desagradável e problema de proliferação de moscas (WANGEN; FREITAS, 2010). Ao final da fase termófila, o ambiente vai perdendo calor e retorna a fase mesófila, porém o amido e os açúcares já

foram consumidos pelos microrganismos. Na última etapa, conhecida como criófila, a temperatura diminui, ficando relativamente próxima a temperatura ambiente, podendo haver presença de vermes e protozoários (SBIZZARO, 2013).

A Figura 1 apresenta as três principais fases da compostagem.

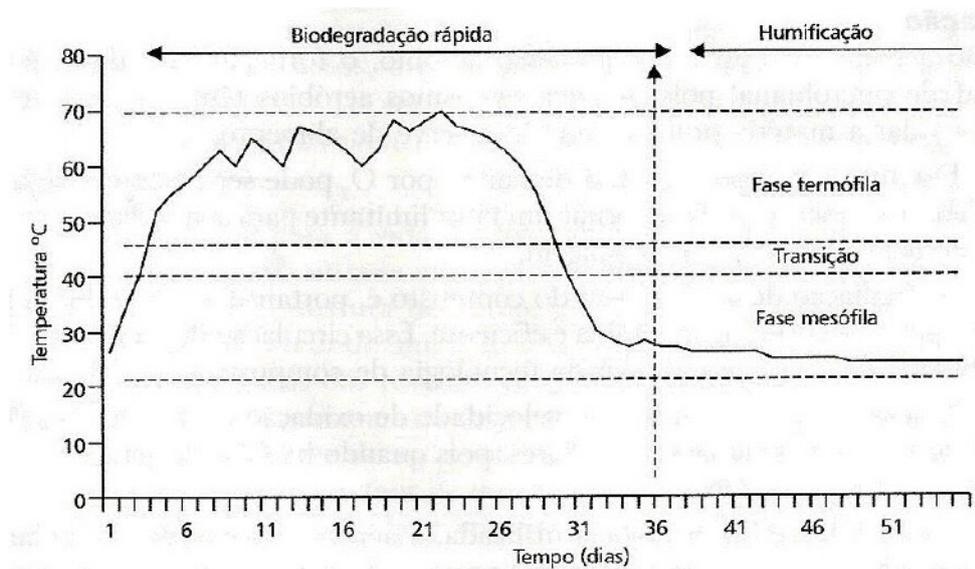


Figura 1 – Exemplo da evolução das fases de uma leira de compostagem

Fonte: Andreoli (2001).

### 3.5.2 Importância da temperatura

Quanto o volume de matéria orgânica a ser decomposto é pequeno, o calor gerado pelos microrganismos se dissipa, e o meio em decomposição não aquece. Já, quando se processa a compostagem com grande quantidade de matéria orgânica, ou seja, compostagem em leiras por exemplo, o calor gerado pelo metabolismo dos microrganismos se acumula e a temperatura eleva-se (AMORIM, 2002).

As características do material a ser utilizado para compostagem; o tipo de sistema utilizado; a configuração das camadas (pilhas); e a relação C/N, carbono/nitrogênio, dado através da disponibilidade de nutrientes, são fatores que interferem na temperatura do meio em compostagem (HERBETS, 2005).

### 3.5.3 Relação C/N

A relação carbono/nitrogênio (C/N) de um determinado resíduo orgânico é muito importante para a atividade microbiana do meio, e para a consequente compostagem. Esta relação C/N influencia diretamente sobre o tempo necessário para a decomposição dos materiais, ou seja, quanto maior C/N, mais tempo será demandado para decompor os materiais, e vice-versa. Valores adequados para esta relação, C/N, são de 30 e 40, sendo o valor 50 considerado alto (CARLESSO; RIBEIRO; HOEHNE, 2011).

A absorção de carbono e nitrogênio pelos microrganismos sempre será na relação de 30 para 1 (C/N=30/1), mesmo que a matéria prima utilizada tenha relação 80/1 ou 8/1.

Esta relação C/N será corrigida através do próprio processo de compostagem, de forma que, quando o composto estiver humificado, a relação C/N ficará em torno de 10/1. Por exemplo, se a relação inicial for elevada, 60 ou 80/1, o tempo de compostagem será maior, visto que haverá falta de nitrogênio para os microrganismos, assim o mesmo é reciclado até o final da degradação, já o excesso de carbono é eliminado na forma de gás carbônico. Pelo contrário, se a relação C/N for baixa, 6/1, os microrganismos do meio eliminarão o excesso de nitrogênio até atingir a relação 30/1, essa eliminação se dará em forma de amônia. Desta forma, o processo será como se no início a relação fosse de 30/1, ideal, e baixando no final da compostagem até 10/1 (SPADER, 2005).

Em estudo realizado por Chacón (2006), sobre decomposição, caracterização e biodisponibilidade de materiais orgânicos, constatou que o esterco de coelho in natura apresenta pequena fração biodegradável (C/N = 21) quando comparado ao esterco de aves ou de suínos (C/N = 9 e 18) e pouca imobilização (QUEIROZ et al., 2014).

O Quadro 1 apresenta resumidamente, para as diferentes relações de C/N, os problemas ocasionados e as consequências para o desenvolvimento do processo de compostagem.

Relação C/N	Problema	Consequência
Acima de 50/1	Deficiência de nitrogênio	Tempo de maturação mais prolongado.
Próximos a 30/1	Não há	Tempo de maturação ideal, caso outros fatores sejam atendidos.
Menores que 10/1	Perda de nitrogênio por volatilização na forma de amônia	Tempo de maturação reduzida – maturação incompleta. Odores desagradáveis (volatilização de amônia).

Quadro 1 – Problemas e consequências geradas pelas diferentes relações de C/N

Fonte: Gonçalves (2014).

### 3.5.4 Umidade

Se tratando de um processo biológico de decomposição de matéria orgânica, a compostagem, necessita a presença de água para os processos fisiológicos dos microrganismos (SPADER, 2005). A manutenção da umidade do meio é importante, visto que a água é necessária para o metabolismo microbiano. Então, se houver escassez ou umidade em excesso as atividades microbianas são afetadas, sendo que o excesso de água impedirá a difusão do oxigênio na leira e a escassez fará com que o meio torne-se desfavorável para a atividade biológica da compostagem (KIEHL, 2002).

Abaixo da faixa de 30% de umidade, a fermentação da compostagem é limitada através da restrição da atividade microbiológica e, acima de 70%, o ar é expulso do ambiente, o que não é favorável para o processo (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008), e os poros entre os materiais do meio serão preenchidos por água, tornando-se

uma decomposição anaeróbia, demorando mais para finalizar o processo e podendo haver geração de maus odores (SPADER, 2005). A faixa de umidade ideal deve estar entre 40% e 60% (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

O ajuste de umidade no processo de compostagem pode ser feito através da adição de materiais estruturantes (ME), como casca de arroz, palhas, etc., ou através da adição de água de acordo com as características dos resíduos e também analisando as variações na fase inicial da compostagem (GUIDONI, 2015).

### *3.5.5 Tamanho das partículas*

O tamanho das partículas dos resíduos orgânicos influencia no tempo de maturação da compostagem. Quanto menor a partícula, mais fácil é a degradação feita pelos microrganismos e conseqüentemente mais acelerado é o processo (SILVA, 2008).

Quando necessário pode-se reduzir a granulometria dos materiais através da trituração dos resíduos utilizados no processo (SPADER, 2005).

### *3.5.6 Índice pH*

A atividade microbiana é influenciada pelo valor de pH do meio, cada microrganismo possui sua faixa adequada de pH para se desenvolver em um ambiente. Em ambientes ácidos ( $\text{pH} < 4$ ), há uma retardação da ação microbiana no composto, visto que a maior parte das espécies utilizadas na compostagem se adaptam a uma faixa de pH entre 5,0 a 7,0 (CARLESSO; RIBEIRO; HOEHNE, 2011).

No início do processo de compostagem ocorre a formação de ácidos orgânicos derivados dos materiais carbonáceos presente no meio, que irão promover uma redução no valor do pH. Estes ácidos são utilizados como substratos por alguns microrganismos, assim há liberação de compostos básicos, produzindo reações alcalinas, e elevando o índice de pH acima de 8 ao término do processo (GUIDONI, 2015).

### *3.5.7 Aeração*

A importância da taxa de aeração deve-se ao suprimento de oxigênio suficiente para a degradação aeróbia durante o processo de compostagem. Se o meio apresentar pouca aeração, o processo pode tornar-se anaeróbio (GUIDONI, 2015), e a decomposição será lenta, gerando maus odores e atraindo insetos (moscas) (AMORIM, 2002), já se a oxigenação for muito alta os materiais resfriarão excessivamente, podendo interferir nas taxas de decomposição e na obtenção da fase termofílica (GUIDONI, 2015).

O revolvimento do composto, além de introduzir oxigênio, libera o ar contido no processo, o mesmo é saturado de gás carbônico proveniente da respiração dos organismos. Este processo também contribui para a redução da umidade no meio em

compostagem (SPADER, 2005).

### 3.6 Vermicompostagem

A vermicompostagem é o processo de degradação biológica da matéria orgânica e humificação, enriquecimento do composto, através da ação das minhocas (GONÇALVES, 2014). Estas ingerem os materiais orgânicos no processo e excretam matéria orgânica humificada. Num processo de compostagem para se atingir a fase humifica pode até levar anos. Por isso, a utilização de minhocas na vermicompostagem pode acelerar a degradação dos compostos (CARLESSO; RIBEIRO; HOEHNE, 2011).

Segundo Gonçalves (2014) durante o processo de vermicompostagem, as minhocas não só realizam uma melhora biológica nos materiais, mas também melhoram a oxigenação do composto através do revolvimento, e auxiliam na maturação precoce devido a trituração das partículas que as mesmas ingerem.

A vantagem deste processo é que o custo de capital e operação é baixo, o método é simples e possui alta eficiência. Com a rápida humificação tem-se um declínio da relação C/N e crescimento na concentração de nutrientes minerais (N, P e K) (COTA et al., 2015).

#### 3.6.1 Propriedades do húmus

O húmus, proveniente do processo de vermicompostagem, é adquirido através de bio-oxidação e imobilização do resíduo orgânico por meio da atividade de microrganismos e minhocas. Este é benéfico para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas; nutrição mineral; processos metabólicos; crescimento e respiração celular; auxilia na formação de flores em determinadas espécies de plantas (ZIBETTI, 2013); não contamina o solo e a água; aumenta a resistência das plantas às pragas e moléstias; melhora da estrutura do solo; auxilia na aeração e circulação de água no solo; e corrige excedentes de alumínio, manganês e ferro (CORRÊA; SANTOS, 2015).

Em comparação a decomposição natural do esterco, as minhocas oferecem mais rapidamente os elementos nutricionais essenciais às plantas. Mas, deve-se compreender que estes vermes não aumentam os níveis de nutrientes do húmus, e sim os tornam mais acessíveis para as plantas (SCHIEDECK; GONÇALVES; SCHWENGBER, 2006).

Quando pronto o húmus apresenta coloração escura e uniforme, sem cheiros fortes, o odor deve ser agradável, sua granulometria assemelha-se a pó-de-café, e redução do tamanho das minhocas, visto que as mesmas não encontram mais alimento no ambiente. O tempo necessário é de aproximadamente 45 a 90 dias para o húmus estar pronto para utilização, essa variação é influenciada pelas interferências climáticas, quantidade de minhocas no ambiente e qualidade do resíduo utilizado no processo. Para ser utilizado na propriedade não necessita de beneficiamento, ou seja,

peneiramento e retirada de casulos. No momento em que estiver pronto deve-se retirá-lo do ambiente, canteiros ou caixas, e colocá-lo em local com sombra e protegido da chuva, para que os microrganismos finalizem o processo de humificação. Em torno de 3 meses, após o armazenamento, o produto chega a sua melhor qualidade química, e deve ser utilizado antes dos 12 meses, pois após suas propriedades irão diminuindo (SCHIEDECK; GONÇALVES; SCHWENGBER, 2006).

Na Tabela 2 encontram-se os teores de macronutrientes e matéria seca presentes em amostras de húmus.

Nutriente	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	MS
% (m/m)	1,5	1,3	1,7	1,4	0,5	50

Tabela 2 – Concentrações médias de nutrientes e teor de matéria seca (MS) em húmus de minhoca

Fonte: Adaptado de Sociedade Brasileira de Ciências do Solo (2004).

### 3.6.2 Anelídeos

Os vermes, minhocas, utilizados no processo de vermicompostagem pertencem ao filo anelida e classe das oligochaetas. Suas divisões são semelhantes a anéis, seu corpo é cilíndrico, com simetria bilateral e ligeiramente afilado nas pontas. A boca encontra-se no primeiro segmento, já o ânus localiza-se no extremo da cauda, último anel. São hermafroditas, ou seja, reproduzem-se pela troca de espermatozoides entre dois indivíduos. O clitelo, importante para a reprodução das mesmas, aparece em torno de 90 dias de idade identificando os indivíduos sexualmente maduros (figura 2) (DEUCHER, 2014).

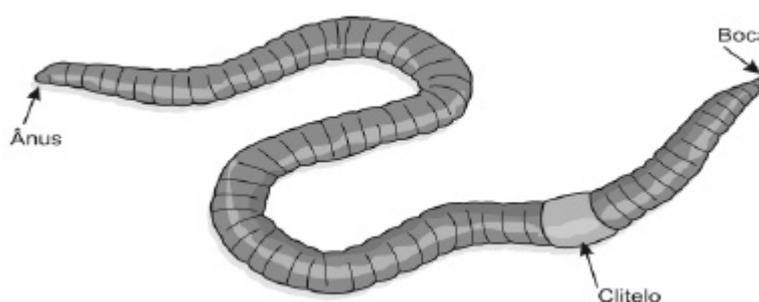


Figura 2 – Corpo de minhoca adulta

Fonte: Adaptado de Deucher (2014).

As minhocas alimentam-se de alimentos orgânicos em diferentes estágios de decomposição. Devido a esta forma alimentícia, para o processo de vermicompostagem, geralmente são encontradas em solos com grande concentração de matéria orgânica (GONÇALVES, 2014). Sua preferência é por matéria orgânica sem cheiro forte e

pouco ácida (pH entre 5,5 – 6,5). Seu ataque começa na base do composto, em que a temperatura é menor e auxilia na proliferação das mesmas, e deslocam-se pelo ambiente ao passo que o material vai decompondo e de acordo com a temperatura que deve estar entre 13 °C a 22 °C (CARLESSO; RIBEIRO; HOEHNE, 2011).

Para que as minhocas sobrevivam a umidade é um dos principais parâmetros a ser considerado. Visto que sua respiração é cutânea, então necessita-se que a umidade em seu meio seja adequada, ou seja, em solos onde a umidade é excessiva, solo encharcado, as mesmas migram para a superfície, pois em ambientes encharcados a baixa incidência de oxigênio (GONÇALVES, 2014).

De acordo com Sbizzaro (2013) o processo desenvolvido pelas minhocas é a ingestão dos resíduos orgânicos, digestão e defecação de excrementos chamados coprólitos. Estes apresentam estado avançado de decomposição, elevando rapidamente o índice de ácidos húmicos do processo.

Para o processo de vermicompostagem as espécies mais comumente utilizadas são exóticas, destacam-se *Eisenia foetida* e *Eisenia andrei*, estas preferem ambientes com abundância em matéria orgânica, diferentemente das espécies nativas não se adaptam á solos tropicais (TORRES, 2016).

### 3.6.3 Minhoca

A espécie *Eisenia andrei* é popularmente conhecida como Vermelha da Califórnia, e é uma das espécies mais utilizadas nos processos de vermicompostagem, visto que a mesma alimenta-se facilmente de diversas fontes de restos orgânicos e acelera o processo de decomposição dos resíduos para obtenção de húmus (ZIBETTI, 2013). Sua utilização caracteriza-se por possuir crescimento acelerado, grande resistência, fácil adaptação e alta taxa de multiplicação (TORRES, 2016). Toleram facilmente uma vasta escala de temperatura e umidade, mas não aceitam ambientes ácidos e com cheiro forte (WIETHAN, 2015).

## 4 | MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Planejamento dos experimentos de pesquisa

A figura abaixo retrata a sequência dos procedimentos efetuados durante o estudo.

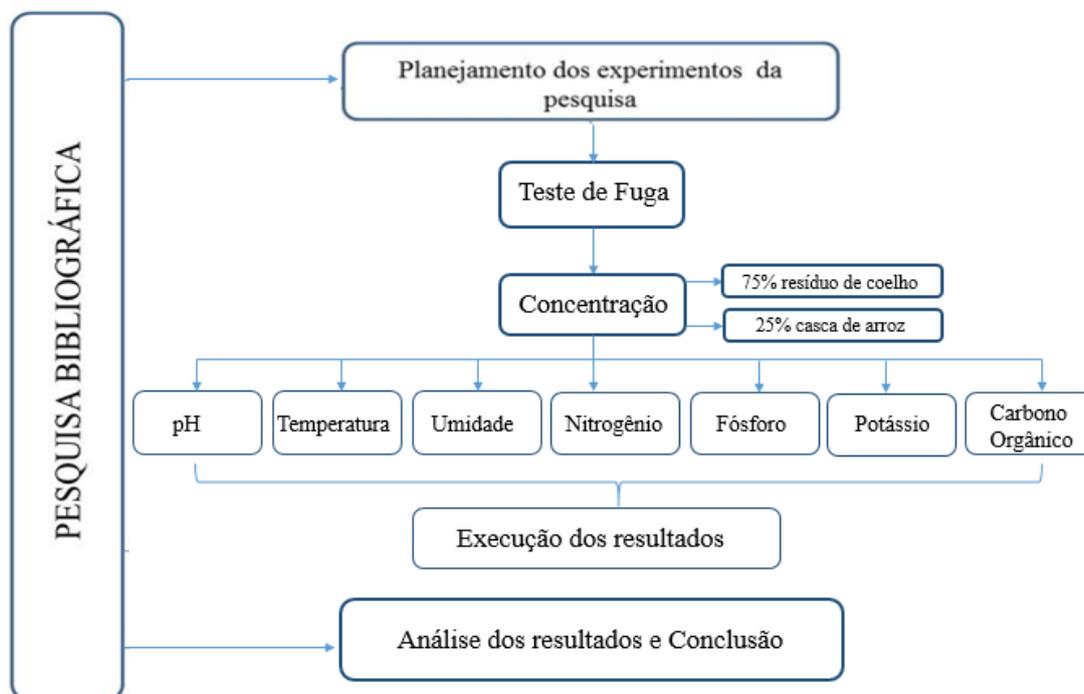


Figura 3 – Planejamento dos experimentos  
Fonte: Da autora (2017).

## 4.2 Obtenção das amostras

### 4.2.1 Local de amostragem

As amostras foram coletadas na região sul do Brasil (Latitude:  $-28.846268^\circ$  e Longitude:  $-51.877342^\circ$ ), mais propriamente em uma Escola Estadual Técnica Agrícola localizada na cidade de Guaporé – RS (FIGURA 4).

O Setor de Cunicultura é uma das Unidades de Produção da escola em questão, este é utilizado para fins de aprendizado aos alunos integrantes do Curso Técnico em Agropecuária. Além disso, o mesmo serve como fonte de renda para o ambiente escolar, através da venda dos animais prontos para o abate.

O resíduo gerado no setor, com média de 25 a 35 animais, é encaminhado para uma vala coletora, permanecendo por aproximadamente 45 dias, após é disposto em solo agrícola. Para este, não há nenhuma forma de tratamento antes da disposição em solo, apenas a estabilização natural que ocorre durante o tempo de retenção de 45 dias.



Figura 4 – Local para coleta das amostras – Escola Estadual Técnica Agrícola Guaporé

Fonte: Da autora (2017).

#### 4.2.2 Esterco de coelho

O esterco de coelho foi coletado do Setor de Cunicultura da Escola Estadual Técnica Agrícola Guaporé localizada na cidade de Guaporé - RS. O sistema de criação utilizado no empreendimento em estudo é confinamento intensivo, ou seja, os animais ficam alojados em ambientes com gaiolas. Mensalmente são produzidos 80 litros de resíduo no setor.

Para a coleta foram utilizados baldes de plástico com capacidade para 5 litros. Após, o esterco foi encaminhado para bombonas de plástico com capacidade aproximada de 50 litros. Estas permaneceram em área coberta, protegidas da chuva e expostas ao ar livre para secagem natural. As mesmas foram encaminhadas para o laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade do Vale do Taquari UNIVATES quando a quantidade de esterco necessária para o estudo for alcançada, aproximadamente 90 litros.

#### 4.2.3 Casca de arroz

A casca de arroz também foi adquirida na Escola Estadual Técnica Agrícola Guaporé localizada na cidade de Guaporé – RS. A escola não possui beneficiamento do cereal (arroz) para ter a geração da casca, porém realizam a compra deste produto em grande escala, visto que esta é utilizada em várias unidades de produção da escola.

O local de armazenamento da casca de arroz na escola é em ambiente aberto e coberto com lona plástica preta. As amostras necessárias para o estudo, 30 litros, foram armazenadas em sacos plásticos pretos e após encaminhadas para o laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade do Vale do Taquari UNIVATES.

#### 4.2.4 Minhocas

As minhocas necessárias para o estudo são da espécie *Eisenia andrei*, e foram adquiridas do minhocário do laboratório da Universidade do Vale do Taquari UNIVATES. Para o mesmo, se utilizará as minhocas adultas (FIGURA 5). Para cada uma das caixas de vermicompostagem, 3 caixas, foram inseridas 110 minhocas da espécie citada. A cada metro quadrado de área indica-se acrescentar de 1 kg a 1,2 kg de minhocas, aproximadamente 1000 a 1200 minhocas (KIEHL, 1985). Relacionando a teoria proposta e a metragem das caixas utilizadas para o experimento, o indicado é ter entre 106 a 128 minhocas em cada uma das três caixas de vermicompostagem. Assim, para o processo colocou-se 110 minhocas em cada caixa.



Figura 5 – Minhoca da espécie *Eisenia andrei*

Fonte: Torres (2016).

#### 4.3 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Saneamento Ambiental, do campus da Universidade do Vale do Taquari UNIVATES localizado na cidade de Lajeado – RS. O estudo teve duração de 90 dias (julho a outubro de 2017) durante a estação fria (inverno) no hemisfério sul. As caixas de vermicompostagem e compostagem permaneceram durante todo o estudo no laboratório, com acesso restrito a terceiros e animais, abrigadas de sol e chuva, ventilação natural e operação em temperatura ambiente.

#### 4.4 Materiais

- Seis caixas plásticas com 36 cm de comprimento, 22 cm de profundidade e 29,5 cm de largura;
- Resíduo (esterco) de coelho, 90 litros, oriundo do Setor de Cunicultura da

Escola Estadual Técnica Agrícola Guaporé;

- Casca de arroz, 30 litros, proveniente da Escola Estadual Técnica Agrícola Guaporé;
- Minhocas da espécie *Eisenia andrei*, 330 indivíduos adultos;
- Três sensores de medição de temperatura.

## 4.5 Montagem do experimento

### 4.5.1 Organismo – teste

Primeiramente foi realizado o ensaio de fuga com as minhocas da espécie *E. andrei* provenientes do Laboratório de Biotecnologia da Universidade do Vale do Taquari UNIVATES, campus de Lajeado – RS. Este teve como objetivo verificar o ambiente mais adequado para adaptação deste tipo de organismo, para posteriormente executar o estudo em escala maior. A escolha do organismo-teste e os requisitos para realização do ensaio corretamente foram baseados nas recomendações da norma brasileira ABNT ISO 17512-1 (ABNT, 2011) (FIGURA 6). Através do teste, a concentração verificada foi a de 75% esterco e 25% casca de arroz.



Figura 6 – Elaboração do ensaio de fuga

Fonte: Da autora (2017).

### 4.5.2 Preparação das caixas

No dia 04 de Julho de 2017 foi realizada a homogeneização dos resíduos

coletados, 30 litros de casca de arroz e 90 litros de esterco de coelho, concentração encontrada no ensaio de fuga. Após, procedeu-se a montagem das caixas em triplicata, com 20 litros da mistura em cada caixa (FIGURA 7). Antecipadamente a este momento, introduziu-se uma torneira para cada caixa, a 0,5 cm da base inferior, com o intuito de se coletar possível geração de biofertilizante.



Figura 7 – Modelo de caixa utilizada para a experimentação com 20 litros da mistura (75% esterco de coelho e 25% casca de arroz)

Fonte: Da autora (2017).

Foram montadas seis caixas, com as seguintes condições:

- Vermicompostagem – 20 litros da mistura (75% esterco de coelho + 25% de casca de arroz) + 110 minhocas da espécie *E. andrei*;
- Compostagem – 20 litros da mistura (75% esterco de coelho + 25% de casca de arroz).

As caixas foram dispostas lado a lado conforme seu tratamento, ou seja, caixas de vermicompostagem em uma bancada e caixas de compostagem na bancada ao lado. As mesmas permaneceram durante todo o período de experimentação em cima das bancadas, visto que desta forma evitou-se possíveis manuseios durante a limpeza, caso estivessem no piso do laboratório.

#### 4.5.3 Vermicompostagem

Para cada vermireator foi adicionado 20 litros da mistura. Pesou-se o mesmo sem e com a mistura para obtenção do peso inicial do material, e uma amostra foi retirada para determinação do índice de pH e teor de umidade. A Tabela 3 indica os volumes e os pesos iniciais dos vermireatores.

(1)

(1)

Tratamento <sup>(1)</sup>	Repetição	Volume inicial (l) <sup>(2)</sup>	Peso inicial (Kg) <sup>(3)</sup>
V	V1	20	9,2
	V2		9,1
	V3		9,1

Tabela 3 – Características dos vermifretores – fase inicial

(1) – Vermicompostagem – 75% esterco de coelho + 25% casca de arroz + 110 minhocas.

(2) – Volume inicial medido através de proveta graduada.

(3) – Peso inicial medido através de balança de precisão.

Fonte: Da autora (2017).

As minhocas utilizadas nos vermifretores foram da espécie *Eisenia andrei* (FIGURA 8), a mesma também foi utilizada por Wiethan (2015), Ribeiro et al. (2012), Torres (2016), Nadolny (2009) e Macedo et al. (2010).

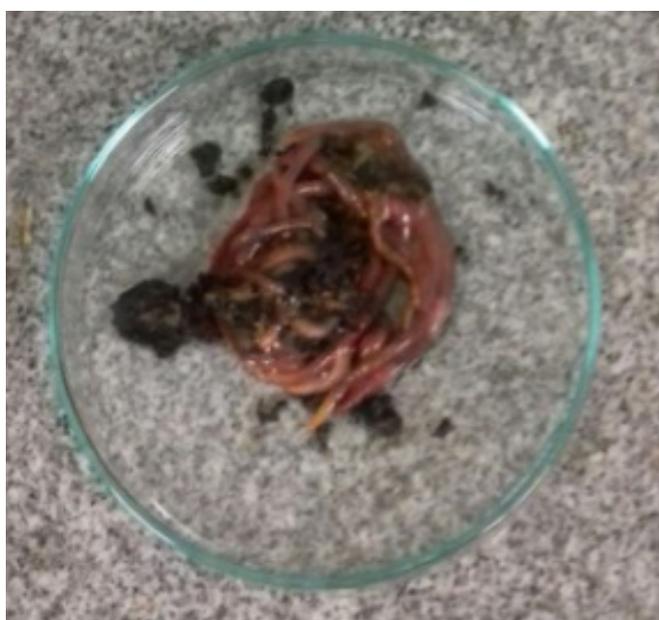


Figura 8 – Minhocas utilizadas nos vermifretores

Fonte: Da autora (2017).

#### 4.5.4 Monitoramento dos vermifretores

Para o monitoramento das caixas de vermicompostagem foram considerados os parâmetros descritos no Quadro 2, bem como sua frequência de verificação.

Parâmetro monitorado	Local	Frequência*
Temperatura		Diário
Redução do volume	<i>In loco</i>	Inicial/final
Redução de peso		Inicial/final
pH		Semanal
Umidade		Semanal
Nitrogênio	Laboratório	Inicial/meio/final
Fósforo		Inicial/meio/final
Potássio		Inicial/meio/final
Carbono Orgânico		Inicial/meio/final

Quadro 2 – Parâmetros e frequência de monitoramento dos vermicrretores

\* Considerando o inicial: 0 dias; meio: 55 dias; e final: 90 dias.

Fonte: Da autora (2017).

A temperatura foi medida através de sensor PT-100 que é diretamente ligado ao equipamento FieldLogger (FIGURA 9). Devido a sua grande resolução e ótima velocidade, o FieldLogger realiza leituras e registros de variáveis digitais, analógicas e outras. O sensor PT-100 (FIGURA 10), utilizado para ar, fluídos e gases, monitorou a temperatura de hora em hora, este foi colocado no centro de uma das caixas de vermicompostagem (FIGURA 11), e suas leituras eram baixadas em planilhas do Excel através do programa instalado do FieldLogger em um notebook.



Figura 9 – FieldLogger utilizado para registrar as leituras de temperatura

Fonte: Novus (2017).



Figura 10 – Sensor PT-100 utilizado na medição da temperatura

Fonte: Novus (2017).



Figura 11 – Instalação do sensor PT-100 no centro do vermirreator

Fonte: Da autora (2017).

O parâmetro umidade era semanalmente analisado através de teste feito em laboratório. O intuito do mesmo era manter a umidade ideal para que as minhocas no meio não sofrerem interferência do ambiente. Sempre que necessário acrescentou-se água com o auxílio de uma pisseta, sempre tendo cuidado para que o ambiente não ultrapassasse os limites de umidade aceitáveis pelas minhocas. Para medição da água utilizada para reidratar os compostos, utilizou-se proveta graduada de 1 litro.

A aeração dos vermirreatores foi verificada apenas através de análise visual, não houve qualquer interferência, visto que com as minhocas presentes no local este parâmetro é de responsabilidade das mesmas (GONÇALVES, 2014).

O volume das caixas foi monitorado no início e ao final do experimento, utilizando-se uma proveta graduada de 1 litro. Durante os 90 dias de experimentação, o volume foi controlado através de análise visual dos compostos.

A redução do peso foi verificada igualmente ao monitoramento do volume, coincidindo seus dias de determinação, porém para a pesagem dos vermirreatores utilizou-se balança de precisão.

A contagem das minhocas foi realizada ao iniciar o experimento e ao finalizá-lo, com 90 dias. Esta teve como objetivo verificar a real adaptação, positiva ou negativa, e reprodução das mesmas no ambiente proposto. Ao final, a contagem foi realizada através de retirada de pequenas quantidades do composto e dispendo-o em local plano e limpo, para facilitar a visualização das minhocas e retirá-las para efetuar o somatório. Durante o processo verificou-se que a reprodução estava ocorrendo, visto que havia presença de ovos e indivíduos jovens.

#### 4.5.5 Compostagem e monitoramento

O material, a concentração e o monitoramento para o processo de compostagem foram os mesmos que os da vermicompostagem. Ressaltando apenas que para o fator aeração precisou-se interferir, visto que neste não havia incidência de minhocas para realizar a aeração natural do ambiente, então procedeu-se o revolvimento semanal do composto através de pá. A contagem das minhocas ao iniciar e ao finalizar o experimento também não foi necessária. Na Tabela 4 observam-se as características iniciais do processo de compostagem.

Tratamento <sup>(1)</sup>	Repetição	Volume inicial (l) <sup>(2)</sup>	Peso inicial (Kg) <sup>(3)</sup>
C	C1	20	8,9
	C2		9,3
	C3		9,1

Tabela 4 – Características iniciais do processo de compostagem

Compostagem – 75% esterco de coelho + 25% casca de arroz.

– Volume inicial medido através de proveta graduada.

– Peso inicial medido através de balança de precisão.

Fonte: Da autora (2017).

## 4.6 Análises laboratoriais

As amostras coletadas durante todo tempo de experimentação para determinação de pH e umidade foram encaminhadas para o Laboratório de Biorreatores da Universidade do Vale do Taquari UNIVATES, campus Lajeado/RS, e as amostras para

determinação de nitrogênio, fósforo, potássio e carbono orgânico foram encaminhadas para o Laboratório de Análises Agronômicas Aperfeisolo Ltda, de São Jorge/RS. A coleta das amostras seguiu as recomendações da NBR 10.007 (ABNT, 2004), e sua armazenagem se deu em sacos plásticos próprios para este fim e devidamente identificados. A Tabela 5 apresenta resumidamente as análises realizadas para o presente estudo.

Análise	Compostagem e Vermicompostagem		
	Semana de análises	Nº de análises	Nº total de amostras
pH	1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10º, 11º, 12º, 13º e 14º	14	158
Umidade	1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10º, 11º, 12º, 13º e 14º	14	158
Nitrogênio	1º, 8º e 14º	3	12
Fósforo	1º, 8º e 14º	3	12
Potássio	1º, 8º e 14º	3	12
Carbono Orgânico	1º, 8º e 14º	3	12

Tabela 5 – Análises laboratoriais realizadas durante toda a experimentação

Fonte: Da autora (2017).

#### 4.6.1 Determinação de parâmetros físico-químicos

##### 4.6.2 pH

A verificação deste parâmetro se dá através de eletrodo combinado imerso em suspensão solo:líquido, 1:2,5 (EMBRAPA, 2011). No presente trabalho se utilizará mistura (esterco e casca de arroz): líquido ( $\text{CaCl}_2$  0,01 M), 1:2,5.

#### - Procedimento

Segundo o método utilizado, foi colocado 10 ml de mistura (esterco+casca) em béquer de 100 ml numerado. Após, adicionou-se 25 ml de líquido ( $\text{CaCl}_2$ ). Agitou-se a amostra com bastão de vidro individual e deixou-se em repouso durante uma hora. A seguir agitou-se cada amostra com bastão de vidro, mergulhou-se os eletrodos na suspensão homogeneizada e realizou-se a leitura do pH (EMBRAPA, 2011).

#### - Reagentes necessários

Para a solução de  $\text{CaCl}_2$  0,01 M foi necessária a fabricação da solução padrão de  $\text{CaCl}_2$  1 M, para esta pesou-se 147 g de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  para 1 l de solução. Após, agitou-se, deixou-se esfriar e completou-se o volume. Em seguida, para a solução  $\text{CaCl}_2$  0,01 M, foi diluído 10 ml da solução padrão de  $\text{CaCl}_2$  1 M para cada litro da solução necessário.

## - Equipamento

Potenciômetro com eletrodo combinado.

### 4.6.3 Umidade

O método consiste em determinar a umidade contida na amostra da mistura (esterco+casca de arroz), após preparada e seca ao ar ou estufa a 40 °C (EMBRAPA, 2011).

## - Procedimento

Pesou-se em torno de 20 gramas da mistura (esterco+casca de arroz), e após acondicionou-se em um erlenmeyer. Em seguida, passou-se o frasco para estufa a 105 °C e deixou-se por uma noite. No dia seguinte, foi colocado o erlenmeyer em um dessecador, deixou-se esfriar e após fez-se a pesagem novamente (EMBRAPA, 2011).

Para encontrar o valor de umidade presente na amostra foi utilizado a Equação 3.

Equação 3 – Determinação de umidade residual por amostra

$$Ur = \left( \frac{a - b}{b} \right) \quad (3)$$

Ur = umidade residual (kg/kg)

a = massa da amostra seca ao ar (kg)

b = massa da amostra seca a 105°C (kg)

## - Equipamentos

Estufa, balança, dessecador e erlenmeyer.

### 4.6.4 Nitrogênio total

Para determinação do nutriente em questão foi necessária análise do teor de matéria orgânica (MO) da mistura, visto que a MO é um dos critérios para recomendação da dose de nitrogênio. O método utilizado foi o da oxidação do carbono do solo por solução sulfocrômica (dicromato de sódio e ácido sulfúrico) (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2016).

## - Procedimento

Inicialmente mediu-se 1,5 cm<sup>3</sup> de cada amostra da mistura (esterco+casca de arroz), e colocou-se em um erlenmeyer de 50 ml, após foi adicionado à solução sulfocrômica, 15 ml, e deve-se agitar por 5 minutos em agitador magnético. Posteriormente colocou-se 15 ml de água destilada, e deixou-se em repouso por 18 horas. Ao término do tempo de repouso, retirou-se uma amostra de 5 ml e juntou-se 5 ml de água destilada. Ao final, fez-se a leitura do fotocolorímetro. Os valores são expressos em % (m/v) (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/

SC, 2016).

Como a matéria orgânica fornece uma estimativa da quantidade de nitrogênio presente na amostra, dividiu-se o resultado encontrado por 20 (BRAGA, 2012) (EQUAÇÃO 4), assim temos

Equação 4 – Determinação de nitrogênio por amostra

$$\text{Nitrogênio (\%)} = \text{MO (\%)} / 20 \quad (4)$$

#### - Reagentes necessários

Para a execução do método de determinação de matéria orgânica, para posterior elaboração do cálculo para quantificar os valores de nitrogênio, necessita-se de: solução sulfocrômica (dicromato de sódio e ácido sulfúrico).

#### - Equipamento

Agitador magnético, fotolorímetro e bureta.

#### 4.6.5 Fósforo

Este método consiste em incluir a fração retirada por uma solução composta pela mistura de ácido clorídrico e ácido sulfúrico, conhecida como solução de Mehlich-1 (TEDESCO et al., 1995) (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2016).

#### - Procedimento

Para o método pesou-se 3 cm<sup>3</sup> de solo, e mediu-se 30 ml de solução extratora, solução de Mehlich-1. Após, juntou-se a fração sólida e a líquida. Em agitador horizontal com 120 oscilações por minuto, a amostra foi agitada por 5 minutos. Em seguida, deixou-se a amostra decantar por 16 horas. Posteriormente, fez-se a determinação através de colorimetria, utilizando-se molibdato de amônio e ácido ascórbico (TEDESCO et al., 1995) (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2016).

#### - Reagentes necessários

Foram necessários os seguintes reagentes: solução de Mehlich-1, molibdato de amônio e ácido ascórbico.

#### - Equipamento

Fotolorímetro, bureta e agitador horizontal.

#### 4.6.6 Potássio

O método em questão para determinação de potássio, consiste em extrair com

solução diluída de ácido clorídrico sob aquecimento e em seguida determinar através de espectrofotometria de chama (EMBRAPA, 2011).

#### - Procedimento

Para elaboração desta determinação foi pesado 10 g de solo, e essa massa foi transferida para um erlenmeyer de 200 ml e acrescentou-se 100 ml da solução de ácido clorídrico 0,05 mol/l. Posteriormente foi vedado com rolha de borracha e agitou-se. Esta operação foi repetida várias vezes, até a solubilização de todo o solo (esterco+casca de arroz). Essa solução foi deixada em repouso durante uma noite. No dia seguinte, a solução foi filtrada e determinado o potássio em fotômetro de chama (EMBRAPA, 2011).

Através da Equação 5 é possível determinar o valor de potássio.

Equação 5 - Determinação de potássio por amostra

$$K^+ \text{ (cmol/kg)} = L \times \text{diluição} \times f_k \quad (5)$$

L = Leitura da amostra

**Observação:** para obtenção do fator  $f_k$ , preparou-se 4 soluções padrão de  $K^+$  e  $Na^+$  contendo cada uma 0,01 - 0,02 - 0,03 e 0,04 cmolc /l (EMBRAPA, 2011).

#### - Reagentes necessários

Foram necessários os seguintes reagentes: solução de HCl 0,05 mol/l; solução padrão de KCl e NaCl (0,1 cmol<sub>c</sub>/l) e solução padrão de  $K^+$  e  $Na^+$ .

#### - Equipamento

Fotômetro de chama.

#### 4.6.7 Carbono orgânico

O método consiste na oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio em meio sulfúrico, utilizando o calor proveniente do ácido sulfúrico como fonte de energia. O excedente de dicromato é titulado com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal (EMBRAPA, 2011).

#### - Procedimento

Para execução do método retirou-se uma amostra de 20 g da mistura (esterco+casca de arroz), a mesma foi passada em um triturador e passada em uma peneira de 80 mesh. Desta amostra, pesou-se 0,5 gramas e colocou-se em um erlenmeyer de 250 ml. Após, acrescentou-se 10 ml da solução de dicromato de potássio 0,0667 M. A inclusão de um branco foi necessária, então adicionou-se 10 ml da solução de dicromato de potássio e anotou-se o volume de sulfato ferroso amoniacal que foi utilizado. Posicionou-se um tubo de ensaio de 25 mm de diâmetro e 250 mm

de altura completo com água na superfície (boca) do erlenmeyer. O aquecimento foi por aproximadamente 5 minutos, até fervura branda, em placa elétrica. Em seguida, deixou-se esfriar e adicionou-se 80 ml de água destilada, 2 ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina. Posteriormente, foi titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol/l até que a cor azul desapareceu, abrindo espaço para a cor verde, e anotou-se o número de mililitros utilizados (EMBRAPA, 2011).

Através da Equação 6 encontrou-se o valor de carbono orgânico.

Equação 6 – Determinação de carbono orgânico por amostra

$$C \text{ (g/kg)} = (40 - \text{volume gasto}) \times f \times 0,6 \quad (6)$$

$f = 40 / \text{volume sulfato ferroso gasto na prova em branco}$

Para obter a porcentagem de matéria orgânica, deve-se multiplicar o resultado do carbono orgânico por 1,724 (EQUAÇÃO 7) (EMBRAPA, 2011).

Equação 7 – Determinação de matéria orgânica

$$\text{Matéria orgânica (g/kg)} = C \text{ (g/kg)} \times 1,724 \quad (7)$$

#### - Reagentes necessários

Foram necessárias: solução de  $K_2Cr_2O_7$ , 0,0667 mol/l em meio ácido; solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol/l; Difenilamina (indicador); Sulfato de prata (catalisador) e Ácido ortofosfórico ( $H_3PO_4$ ) concentrado (85%) (EMBRAPA, 2011).

#### - Equipamentos

Bureta digital e agitador magnético.

### 4.7 Análise estatística

Para a análise estatística dos dados obtidos para os dois processos, compostagem e vermicompostagem, utilizou-se o método da Análise de Variância (ANOVA), onde as médias foram comparadas entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 95% de significância ( $p < 0,05$ ).

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Substrato inicial

As características iniciais do substrato utilizado para a vermicompostagem e para a compostagem são apresentadas na Tabela 6.

Tratamento <sup>(1)</sup>	Parâmetros							
	MO (%)	Nitrogênio (mg/dm <sup>3</sup> )	Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	Potássio (mg/dm <sup>3</sup> )	Carbono Orgânico (%)	pH	Umidade (%)	C/N
<b>Substrato Inicial</b>	20,5	10250	432,63	2190	10,93	8,02	57,69	29,94

Tabela 6 – Caracterização inicial da mistura utilizada para os dois processos propostos

Nota: <sup>(1)</sup> Substrato Inicial: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz.

Fonte: Da autora (2017).

A partir desta análise foi possível verificar alguns índices de suma importância para a sobrevivência das minhocas nos vermicompostores. Conforme Carlesso et al. (2011), as mesmas preferem ambientes pouco ácidos, com pH em torno de 5,5 a 6,5. O substrato inicial apresentou pH um pouco elevado, 8,02, porém este parâmetro e a sobrevivência das minhocas foram monitorados ao longo do experimento.

Segundo Gonçalves (2014) a umidade é fator importante para o bom desempenho da vermicompostagem, visto que a respiração dos vermes se dá de forma cutânea. O ideal é que a umidade esteja entre 40% e 60% (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008), o que pode ser verificado na Tabela 6, em que o substrato inicial apresentou 57,69% de umidade.

A relação C/N influencia diretamente no tempo necessário para a decomposição dos materiais. Valores adequados são de 30 e 40 (CARLESSO; RIBEIRO; HOEHNE, 2011). Analisando a Tabela 6, pode-se considerar o valor de C/N do substrato inicial dentro dos padrões propostos, visto que este valor foi verificado através de análise individual para cada material do substrato.

## 5.2 Vermicompostagem e compostagem

### 5.2.1 Nitrogênio, Fósforo e Potássio

A Tabela 7 retrata a média dos índices de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) obtidos ao longo da experimentação nos processos de compostagem e vermicompostagem.

Tratamento <sup>(1)</sup>	Dia	Nitrogênio (mg/dm <sup>3</sup> )	Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	Potássio (mg/dm <sup>3</sup> )
Substrato Inicial	0	10250	432,63	2190
Compostagem	55	16775 ± 883 <sup>a</sup>	396 ± 0,5 <sup>a</sup>	3328 ± 56 <sup>a</sup>
Vermicompostagem		17050 ± 312 <sup>a</sup>	396 ± 0,3 <sup>a</sup>	2868 ± 78 <sup>b</sup>
Compostagem	90	13166 ± 332 <sup>b</sup>	393 ± 0,3 <sup>a</sup>	3427 ± 421 <sup>a</sup>
Vermicompostagem		12516 ± 585 <sup>b</sup>	393 ± 0,5 <sup>a</sup>	3467 ± 745 <sup>a</sup>

Tabela 7 – Monitoramento médio dos teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio durante os processos de compostagem e vermicompostagem

Nota: <sup>(1)</sup> Substrato Inicial e Compostagem: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz; Vermicompostagem: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz + 110 minhocas.

Nota: <sup>(2)</sup> Médias com subscritos iguais em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente a 95% de significância ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Da autora (2017).

A Tabela 8 apresenta os índices de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) obtidos ao longo dos processos de compostagem e vermicompostagem em cada caixa de experimentação.

Tratamento <sup>(1)</sup>	Dia	Matéria Orgânica (%)	Nitrogênio (%)	Nitrogênio (mg/dm <sup>3</sup> )	Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	Potássio (mg/dm <sup>3</sup> )
Substrato Inicial	0	20,5	1,025	10250	432,63	2190
V1	55	33,9	1,695	16950	396,09	2908
V2		34,8	1,74	17400	396,09	2918
V3		33,6	1,68	16800	396,09	2778
C1		34,8	1,74	17400	396,09	3368
C3		32,3	1,615	16150	396,09	3288
V1	90	25,9	1,295	12950	393,45	3777
V2		25,5	1,275	12750	393,45	4007
V3		23,7	1,185	11850	393,45	2617
C1		26	1,3	13000	393,45	3737
C2		27,1	1,355	13550	393,45	3597
C3		25,9	1,295	12950	393,45	2947

Tabela 8 – Monitoramento dos índices de Nitrogênio, Fósforo e Potássio durante os processos de compostagem e vermicompostagem em cada caixa

Nota: <sup>(1)</sup> Substrato Inicial: 75% esterco de coelho + 25% casca de arroz; V1, V2 e V3: 75% esterco de coelho + 25% casca de arroz + 110 minhocas; C1, C2 e C3: 75% esterco de coelho + 25% casca de arroz.

Fonte: Da autora (2017).

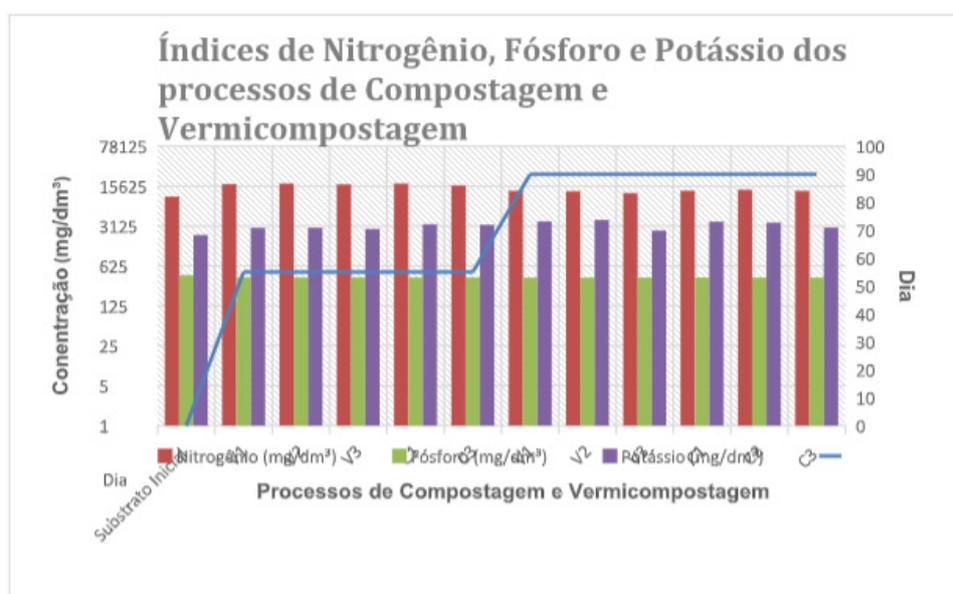


Gráfico 1 – Monitoramento dos índices de Nitrogênio, Fósforo e Potássio durante os processos de compostagem e vermicompostagem em cada caixa

Fonte: Da autora (2017).

Analisando a Tabela 7 e o Gráfico 1, pode-se verificar que os índices de nitrogênio do início do experimento até os 55 dias, aumentaram, tanto do processo de

compostagem como da vermicompostagem. Segundo Cotta et al. (2015), o aumento de nitrogênio no processo de compostagem, ou seja, sem incidência de minhocas, se deve a possibilidade de haver fixação do nitrogênio atmosférico, que se encontra disponível no interior do composto. Isso ocorre pela conversão do  $N_2$  gasoso em compostos como nitrato e nitrito, assimiláveis para as plantas, através de organismos especializados para este fim. O melhor resultado encontrado foi da vermicompostagem aos 55 dias de experimentação com média de 17050 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio, equivalente a 1,7% de N, assemelhando-se ao que foi afirmado por Queiroz et al. (2014), quando indicam que o esterco de coelho possui composição média de 1,5 a 2,5% de N, e que o esterco de bovinos possui valores parecidos com média de 2,08 a 2,27% de N. Este acréscimo de nitrogênio nos vermirreatores está diretamente ligado aos excrementos das minhocas, que são abundantes em N, e pela grande quantidade deste nutriente presente em seu corpo, que ao morrer fica disponível para o ambiente (GONÇALVES, 2014).

Ao decorrer da experimentação, ou seja, aos 90 dias, houve diminuição deste parâmetro, visto que parte do N está ligado a matéria orgânica (MO) e através da decomposição do substrato restam apenas a forma mineral inorgânica do nitrogênio, que é a fração ideal para assimilação e aproveitamento do solo. A diminuição do N deve-se também às hidratações que eram realizadas semanalmente, para manutenção da umidade, pois conforme Cotta et al. (2015), o nitrogênio é o elemento que mais se perde por lavagem e volatilização.

De acordo com a Tabela 8 pode-se verificar que todos os índices de nitrogênio ficaram inferiores a 2%, o que segundo Cotta et al. (2015), isto promove a imobilização do nitrogênio mineral. Comparando-se a concentração de nitrogênio do substrato inicial com as concentrações finais, aos 90 dias, verifica-se um pequeno aumento, porém ao considerar as análises realizadas aos 55 dias percebe-se que nestas o N apresentou resultados relativamente mais elevados aos encontrados com 90 dias de experimentação.

Quanto aos teores de fósforo houve pequena redução, quase não significativa, desde o início do estudo até o final, ou seja, teve-se um valor inicial de 432,63 mg/dm<sup>3</sup>, que equivale a 0,04%, e aos 90 dias reduziu-se para 393 mg/dm<sup>3</sup>, 0,039% aproximadamente 0,04%, isto ocorreu nos dois processos, tanto na compostagem como na vermicompostagem. Este fato deve-se ao fósforo estar ligado quimicamente à MO, e através da decomposição e das hidratações com água, para mantimento da umidade do composto, tem-se a perda por lixiviação deste nutriente, restando apenas o fósforo em sua forma mineral inorgânica, que assim como o nitrogênio inorgânico, esta é a forma ideal para se utilizar nos solos agrícolas. Estes resultados de P discordam dos apontados por Nascimento et al. (2015), em que apontam que os excrementos das minhocas aumentam de três a onze vezes as concentrações de P assimilável. Mas, assemelham-se ao esterco de suíno, que segundo afirmado por Chacón (2006), apresenta valores de P em torno de 0,9 a 1,45%, levando-se em consideração que os valores de nutrientes de cada esterco pode variar devido aos tratamentos submetidos

aos animais em seu plantel. Neste quesito, pode-se afirmar que a vermicompostagem não diferiu da compostagem, ou seja, para a concentração de esterco de coelho com casca de arroz, não houve necessidade do processo com minhocas.

Para os teores de potássio, verifica-se aumento dos índices, tanto para a compostagem como para a vermicompostagem, estando no início com 2190 mg/dm<sup>3</sup>, 0,22%, e ao final com 3467 mg/dm<sup>3</sup>, 0,35%, no processo dos vermireatores, já no processo de compostagem obteve-se valor de 3427 mg/dm<sup>3</sup>, 0,34%. Segundo Queiroz et al. (2014), o esterco de coelho apresenta composição média de K em torno de 0,5 a 0,8%, o que assemelha-se aos valores encontrados neste estudo. Aos 55 dias houve diferença estatística entre os dois processos analisados, mas aos 90 dias, os resultados foram considerados iguais. O aumento do teor de K, dos 55 aos 90 dias, na vermicompostagem pode ser explicado por Oliveira et al. (2008), quando afirmam que o K é mais elevado nos resíduos de minhocas, fazendo com que o meio em que se encontram melhore e elevem este nutriente. Esta elevação deve-se também à sua mineralização durante o processo de decomposição dos materiais orgânicos, para utilização em solos agricultáveis isso é vantajoso, pois irá permitir melhor absorção do nutriente pelo solo e plantas.

Se considerar os três nutrientes (N, P e K) conjuntamente como fertilizante para lavouras com cultura de milho, através do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (2016), consegue-se verificar a necessidade de complementação com adubação para este tipo de substrato (TABELA 9).

Fontes	Aplicar (kg/ha)	N fornecido (kg/ha)	P fornecido (kg/ha)	K fornecido (kg/ha)
5-30-15	300	15	90	45
Uréia	23	10	0	0
Superfosfato Triplo	0	0	0	0
Cloreto de Potássio	19	0	0	11
<b>Totais</b>	<b>342</b>	<b>25</b>	<b>90</b>	<b>56</b>

Tabela 9 – Complementação de Nitrogênio, Fósforo e Potássio necessário para lavoura de milho com expectativa de colheita de 9000 kg/ha

Nota: <sup>(1)</sup> N: nitrogênio; P: fósforo e K: potássio.

Fonte: Da autora (2017).

Confrontando os resultados obtidos nos dois processos, compostagem e vermicompostagem, e visando uma safra com expectativa de colheita de 9 toneladas, 9000 kg, por hectare de milho, há necessidade de complementar a adubação para esta lavoura com 300 kg/ha do adubo de formulação 5-30-15, ou seja, este tipo de adubo irá fornecer 15 kg de N por hectare, 90 kg de P por hectare e 45 kg de K por hectare. Ainda necessita-se acrescentar 19 kg/ha de cloreto de potássio, que irá fornecer 11 kg de K por hectare, e 23 kg/ha de uréia que irá fornecer 10 kg de N por hectare. Deve-se

considerar que esta interpretação foi realizada considerando a aplicação do composto orgânico e a adubação complementar em um solo muito pobre de nutrientes.

### 5.2.2 Matéria orgânica, relação C/N e pH

A Tabela 10 apresenta o monitoramento dos parâmetros de matéria orgânica (MO), carbono orgânico (COT) e pH nos tratamentos ao longo da experimentação.

Tratamento <sup>(1)</sup>	Dia	Matéria Orgânica (%)	Carbono Orgânico (%)	pH
Substrato Inicial	0	20,50	30,75	8,02
Compostagem	55	33,55 ± 1,77 <sup>a</sup>	40,49 ± 0,71 <sup>a</sup>	8,35 ± 0,21 <sup>a</sup>
Vermicompostagem		34,10 ± 0,62 <sup>a</sup>	38,13 ± 0,94 <sup>a</sup>	7,70 ± 0,50 <sup>a</sup>
Compostagem	90	26,33 ± 0,67 <sup>b</sup>	22,55 ± 2,34 <sup>c</sup>	8,20 ± 0,26 <sup>a</sup>
Vermicompostagem		25,03 ± 1,17 <sup>b</sup>	27,49 ± 1,30 <sup>b</sup>	8,50 ± 0,50 <sup>a</sup>

Tabela 10 – Monitoramento da matéria orgânica, carbono orgânico e pH nos tratamentos

Nota: <sup>(1)</sup> Substrato Inicial e Compostagem: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz; Vermicompostagem: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz + 110 minhocas.

Nota: <sup>(2)</sup> Médias com subscritos iguais em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente a 95% de significância ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Da autora (2017).

Comparando a Tabela 7 e a Tabela 10, pode-se perceber que os valores de nitrogênio e de matéria orgânica possuem o mesmo comportamento, ou seja, até os 55 dias de experimento os tratamentos aumentam os valores dos dois parâmetros, nitrogênio e matéria orgânica, e após verifica-se decréscimo dos índices até os 90 dias de estudo. Analisando a Tabela 10 verifica-se que aos 55 dias houve um aumento do teor de matéria orgânica nos dois processos, mas entre eles, não houve diferença significativa, no entanto, aos 90 dias, tanto a vermicompostagem quanto a compostagem, reduziram seus valores, verificando a mineralização de alguns componentes e perda de alguns por volatilização.

Quanto ao carbono orgânico, pode-se observar, Tabela 10, que houve aumento do teor em 55 dias, mas não houve diferença significativa entre os dois processos. Já aos 90 dias, a compostagem apresentou redução em seu valor. Provavelmente, houve perda de analito por volatilização, uma vez que, na vermicompostagem, as minhocas podem ter auxiliado a fixar mais elementos sob forma de mineralização. Visualmente, pode-se verificar diferença entre os dois processos, no final do experimento, mostrando a vermicompostagem, mais adequada em relação ao teor de matéria orgânica, visto que a casca de arroz neste processo foi praticamente toda degradada.

Como já era esperado, a redução de carbono orgânico em todos os tratamentos, se deu porque conforme Gonçalves (2014), ao decorrer do processo de vermicompostagem as minhocas utilizam o carbono presente no ambiente para o seu próprio crescimento, já no processo de compostagem o mesmo afirma que parte do carbono é transformado em CO<sub>2</sub>, e conseqüentemente é perdido para o ambiente externo. Segundo a mesma

autora, pode-se afirmar que a redução do carbono indica que este foi mineralizado, não apenas pelas minhocas presentes no meio, mas também pela presença natural de microrganismos nos vermicompostores.

Em estudo com materiais orgânicos Chacón (2006), verificou que o esterco de coelho possui relação C/N=21, ou seja, exibe pequena fração de fácil biodegradação. Para o estudo em questão, 75% de esterco de coelho e 25% de casca de arroz, confirmou-se uma relação C/N inicial de 29,94/1 aproximadamente 30/1. Ao decorrer da experimentação a relação diminuiu. Aos 90 dias, final do estudo, a vermicompostagem apresentou C/N=22, e a compostagem C/N=17, o que retrata que o segundo processo é mais rapidamente biodegradável que o primeiro. Deve-se considerar que a relação C/N ao longo do estudo foi calculada através do carbono orgânico e do nitrogênio total, isso influenciou nos resultados finais das relações C/N, visto que a mesma leva em conta a divisão do carbono total pelo nitrogênio total.

O Gráfico 2 apresenta a relação C/N do início até o final do experimento nos tratamentos de compostagem e vermicompostagem. Assim como foi verificado por Gonçalves (2014), Silva et al. (2013) e Guidoni (2015).

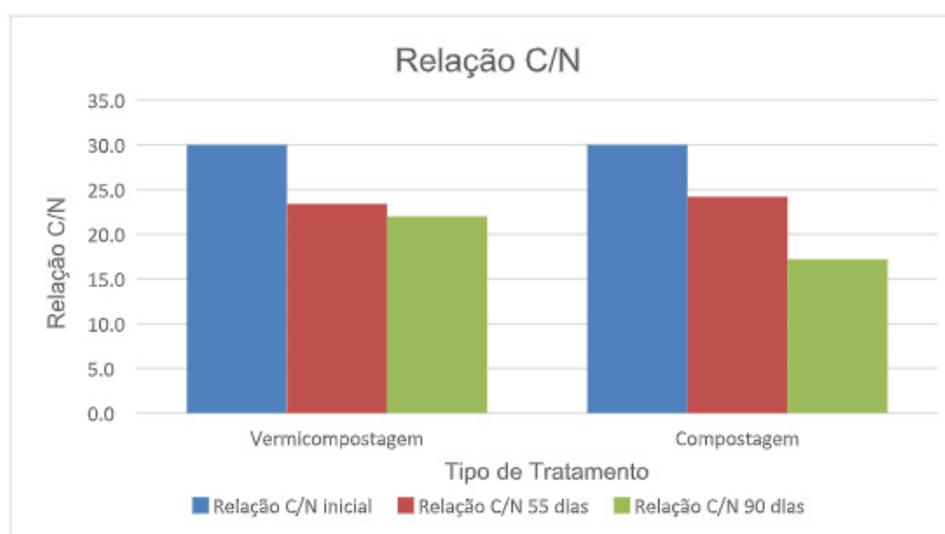


Gráfico 2 – Monitoramento da relação C/N durante o experimento

Fonte: Da autora (2017).

Levando em consideração que o húmus será utilizado como fertilizante em solo agrícola, a Instrução Normativa nº 25/2009, do MAPA, institui que o carbono orgânico de ter porcentagem mínima de 10%, e o nitrogênio total de 0,5% (BRASIL, 2009). Perante isto, todos valores obtidos na compostagem e na vermicompostagem, com relação ao carbono orgânico e ao nitrogênio total, satisfazem as condições da legislação.

Analisando os valores de pH, verifica-se que não houve diferença estatística entre os valores dos dois processos de decomposição ao longo de todo o experimento. Aos 55 dias, teve-se aumento deste parâmetro no processo de compostagem, já na vermicompostagem verificou-se redução do valor. Aos 90 dias de estudo, a compostagem diminuiu seu valor de pH e o processo de vermicompostagem aumentou.

Se comparar o valor de pH do substrato inicial, 8,02, com os valores alcançados ao final do experimento, 8,20 para a compostagem e 8,50 para a vermicompostagem, pode-se afirmar que genericamente houve aumento do índice em questão para os dois tratamentos. Todos os valores obtidos, desde o início até o final, classificam-se com caráter básico, provavelmente pela mineralização do potássio nos dois processos, que tem como caráter básico.

Segundo Sbizzaro (2013), a compostagem possui uma ampla faixa de pH em que pode ser desenvolvida, 4,5 e 9,5, e como pode ser verificado na Tabela 10, o ideal é que ao final do processo o pH apresente valor superior a 7,8. Conforme Kiehl (2008) é normal no início do processo o pH diminuir, pois a tendência é que as bactérias através da degradação dos materiais carbonáceos produzam ácidos orgânicos. Após, a elevação do pH ocorre porque há o desenvolvimento de microrganismos que utilizam os ácidos orgânicos como substrato. Em seguida, esses ácidos são consumidos, e o pH eleva-se novamente.

Carlesso et al. (2011) afirmam que matéria orgânica pouco ácida é a preferível pelas minhocas. No entanto, para a vermicompostagem neste estudo, o pH manteve-se alcalino, e isso não limitou a sobrevivência das mesmas. Visto que a vermicompostagem apresentou melhor resultado ao final do processo, 8,50, do que a compostagem, 8,20, pode-se afirmar que as características químicas da matéria orgânica são influenciadas pelas minhocas durante a sua degradação. Sendo que o produto final do processo poderá ser utilizado em solo agrícola, valores de pH próximos da neutralidade demonstram que este pode apresentar ação corretiva de acidez, já que possui característica tamponante (SOARES et al., 2004).

### 5.2.3 Redução de volume e peso

As reduções de volume durante a compostagem e a vermicompostagem são apresentadas na Tabela 11.

Parâmetro	Dia	Tratamentos <sup>(1)</sup>	
		Compostagem	Vermicompostagem
	0	20	20
Volume (m <sup>3</sup> )	90	15,3	13,5
	<b>Redução Média</b>	23,50%	32,50%

Tabela 11 – Redução de volume médio na compostagem e na vermicompostagem

Nota: <sup>(1)</sup> Compostagem: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz; Vermicompostagem: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz + 110 minhocas.

Fonte: Da autora (2017).

O volume de material dos vermireatores é influenciado pelas minhocas que se encontram no ambiente, e entende-se que parte do substrato é convertida em CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O pela ação do metabolismo das mesmas, e que seus excrementos possuem volumes inferiores que o alimento original ingerido, conseqüentemente, há redução do

volume (GONÇALVES, 2014).

Ao analisar a Tabela 11, pode-se verificar que houve significativa redução de volume médio em ambos os tratamentos. A maior redução média verificada foi na vermicompostagem com 32,50%, para a compostagem obteve-se valor médio de 23,50%, o que não está em consonância com o proposto por Pires (2010), que afirma que o volume ao final da decomposição deve reduzir em até 80%. Isso pode estar associado ao material utilizado nos dois processos, a casca de arroz, que segundo Gonçalves (2014), é um material de biodegradação lenta.

Na Tabela 12 pode-se analisar a redução de peso nos dois processos.

Parâmetro	Dia	Tratamentos <sup>(1)</sup>	
		Compostagem	Vermicompostagem
Peso (Kg)	0	9,10	9,13
	90	8,2	7,9
	<b>Redução Média</b>	9,89%	13,50%

Tabela 12 – Redução de peso no processo de compostagem e vermicompostagem

Nota: <sup>(1)</sup> Compostagem: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz; Vermicompostagem: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz + 110 minhocas.

Fonte: Da autora (2017).

Como foi observado, ao ponto que o material foi degradando, para ambos os tratamentos, houve redução do peso. Ao analisar a Tabela 12, pode-se verificar que a maior redução de peso ocorreu nos vermireatores, com 13,50%. Segundo Amorim et al. (2005), as reduções de peso em processos de vermicompostagem com dejetos caprinos é de 41 a 55%, não assemelhando-se aos resultados encontrados neste estudo, isto pode estar vinculado ao fato do estudo em questão ter utilizado outras misturas de resíduos para os processos de compostagem e vermicompostagem.

No Gráfico 3 pode-se analisar as reduções de volume e de peso durante a experimentação com os dois tratamentos.

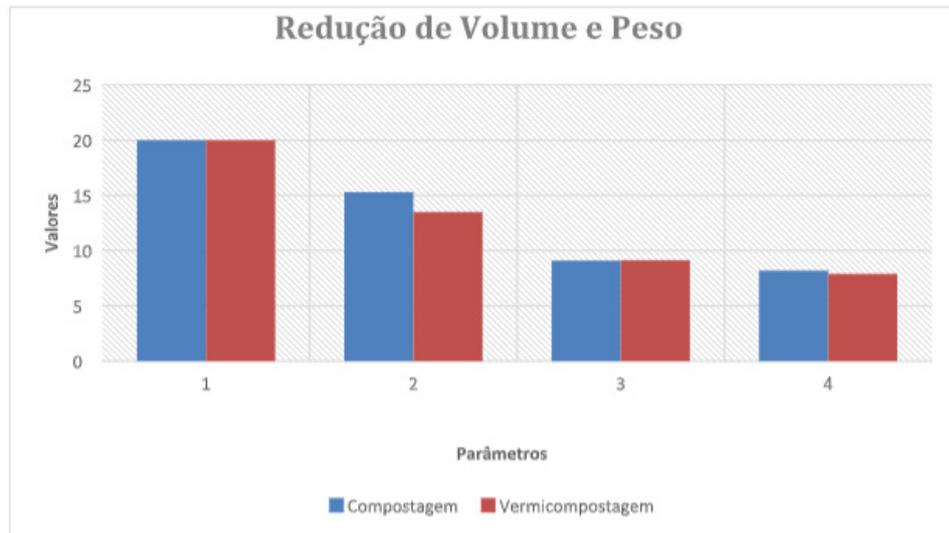


Gráfico 3 – Reduções de volume e peso durante a experimentação com os dois tratamentos  
 Fonte: Da autora (2017).

### 5.2.4 Temperatura

O Gráfico 4 e a Tabela 13 apresentam as temperaturas ao longo dos processos de compostagem e vermicompostagem, bem como suas temperaturas máximas e mínimas obtidas durante a experimentação.

A temperatura é um parâmetro de suma importância nos vermirreatores, visto que tem influência direta nos processos metabólicos das minhocas, age sobre seu alimento, habitat e distribuição das mesmas no ambiente onde estão inseridas. Ao contrário da compostagem, para a vermicompostagem este parâmetro representa principalmente o bem estar das minhocas, visto que estas são primordiais para a degradação dos materiais orgânicos (GONÇALVES, 2014).

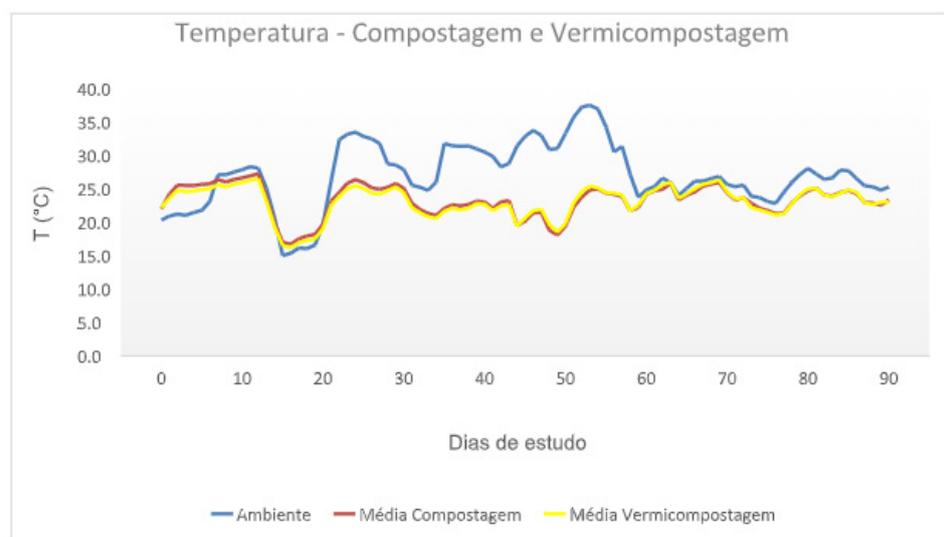


Gráfico 4 – Monitoramento de temperatura nos tratamentos de compostagem e vermicompostagem  
 Fonte: Da autora (2017).

Temperatura (°C)	Máxima	Mínima	Varição <sup>(2)</sup>
<b>Ambiente</b>	37,6	15,0	22,6
<b>Compostagem</b>	27,3	16,7	10,6
<b>Vermicompostagem</b>	26,5	16,2	10,3

Tabela 13 – Monitoramento de temperatura nos tratamentos de compostagem e vermicompostagem

Nota: <sup>(1)</sup> Compostagem: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz; Vermicompostagem: 75% de esterco de coelho + 25% de casca de arroz + 110 minhocas.

Nota: <sup>(2)</sup> Varição – diferença entre as temperaturas máximas e mínimas em cada tratamento.

Fonte: Da autora (2017).

Sbizzaro (2013), em estudo realizado com dejetos de ovinos e bovinos com palha de cana-de-açúcar, afirma que a fase termofílica ocorre logo no período de 12 a 24 horas após a montagem do experimento, porém analisando o Gráfico 4, pode-se verificar que nenhum tratamento atingiu esta fase. Através da Tabela 13, percebe-se que a máxima temperatura registrada nos tratamentos foi de 27,3 °C para a compostagem e 26,5 °C para a vermicompostagem, estas foram atingidas aos 12 dias de experimentação. Estes valores assemelham-se aos encontrados por Cotta et al. (2015), que em estudo sobre compostagem e vermicompostagem com resíduos vegetais e esterco, afirmam que poder-se-ia ter temperaturas de até 70 °C, fase termofílica, porém visto que os tratamentos foram instalados em pequenas caixas com capacidade de 30 litros, havia baixo volume de resíduos, ou seja, a degradação dos resíduos através de bactérias e fungos era limitada, e conseqüentemente a temperatura não atingiu valores elevados.

Após um leve aumento de temperatura, houve queda nos índices deste parâmetro, pois conforme afirmado por Oliveira et al. (2008), os resíduos orgânicos do meio sofrem degradação desde que haja umidade adequada, aeração e microrganismos, e estes fatores podem ter interferido nas transformações metabólicas do resíduo.

Conforme Costa (2005), na terceira semana ocorre novamente elevação das temperaturas, o mesmo ocorrido neste estudo como apresentado no Gráfico 4 em que na quarta semana as temperaturas alcançaram 26,4 °C na compostagem e 25,5 °C na vermicompostagem, isto porque reações bioquímicas acentuam-se nesta fase, comprovando que o ambiente continua ativo.

A temperatura continuou oscilando, elevando-se e diminuindo, até a nona semana. Após, as temperaturas mantiveram-se próximas a ambiente, configurando desta maneira a fase de maturação do composto como pode ser analisado no Gráfico 4.

De modo geral, as temperaturas dos dois tratamentos mantiveram-se semelhantes, como pode ser observado na Tabela 13, em que a máxima ficou em torno de 27 °C e a mínima em torno de 16 °C. Em todo tempo de experimentação em nenhum momento as temperaturas atingiram 35 °C, que segundo Cotta et al. (2015), é um bom indicador para a sobrevivência das minhocas no tratamento de vermicompostagem, visto que

as mesmas não suportam ambientes com temperatura acima desta temperatura. Conforme Sbizzaro (2013), boas atividades biológicas são indicadas por temperaturas elevadas, neste estudo em questão pode-se esperar que os dois tipos de tratamento tenham degradação lenta.

### 5.2.5 Umidade

No Gráfico 5 pode-se verificar o monitoramento da umidade para os dois tratamentos ao longo da experimentação.

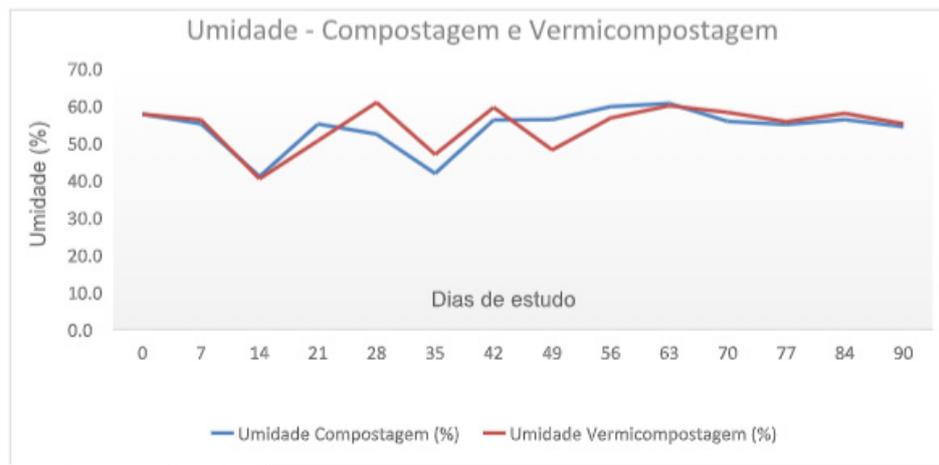


Gráfico 5 – Monitoramento da umidade nos dois tratamentos durante a experimentação

Durante os processos verificou-se a necessidade de hidratar semanalmente todos os tratamentos com água. Isto ocorreu porque a casca de arroz possui relação C/N maior que o esterco de coelho. Conforme Oliveira et al. (2008), a casca de arroz *in natura* possui relação C/N 63/1, e a relação C/N do esterco de coelho *in natura* segundo Chacón (2006) é de 21/1. A hidratação semanal foi necessária visto que os dois tratamentos oscilavam rapidamente a umidade, e tratando-se do processo de vermicompostagem precisava-se manter o ambiente com umidade adequada para que as minhocas sobrevivessem.

Analisando o Gráfico 5 percebe-se que a umidade nos dois tratamentos se manteve semelhante ao logo do estudo. Aos 14 dias teve-se um decréscimo no valor de umidade nos tratamentos, isso porque até o momento os mesmos não estavam sendo hidratados, visto que a umidade estava se mantendo na faixa de 50 a 60%. Então, com esta diminuição, em que obteve-se 40% de umidade nos tratamentos, passou-se a hidratar semanalmente os mesmos, pois conforme afirmado por Oliveira et al. (2008), se a umidade estiver abaixo de 30% a fermentação do processo de compostagem é limitada.

Com as hidratações semanais pôde-se manter a umidade nos dois processos na faixa de 40 a 60%, que segundo Oliveira et al. (2008), é a faixa ideal de se manter. As máximas umidade obtidas foram 60,6% aos 63 dias de estudo na compostagem,

e 60,8% aos 28 dias de estudo na vermicompostagem. Com isso, confirmasse que em nenhum momento a umidade elevou-se a 70%, visto que Oliveira et al. (2008), apontam prejuízos ao processo que estiver com este parâmetro nestas condições elevadas. Isso porque com a umidade elevada os poros são preenchidos por água, fazendo com que a degradação dos resíduos torne-se anaeróbia, isto produzirá maus odores e causará lentidão no processo de decomposição (SPADER, 2005).

### 5.2.6 Comportamento das minhocas

A Tabela 14 exhibe os valores obtidos na contagem das minhocas ao final do experimento, para os 3 vermireatores. Deve-se considerar que os indivíduos contabilizados eram sexualmente maduros.

Dias de estudo	Tratamento <sup>(1)</sup>		
	V1	V2	V3
0	110	110	110
90	190	205	179
<b>Aumento (%)</b>	<b>72,7</b>	<b>86,4</b>	<b>62,7</b>

Tabela 14 – Contagem das minhocas nos 3 vermireatores

Nota: <sup>(1)</sup> V1, V2 e V3: 75% esterco de coelho + 25% casca de arroz + 110 minhocas iniciais.

Fonte: Da autora (2017).

Analisando a Tabela 14, pode-se verificar que houve aumento do número de minhocas em cada vermireator do processo de vermicompostagem. Alcançando, no vermireator 2, aumento de 86,4% com acréscimo de 95 minhocas durante os 90 dias de estudo. Isto não foi verificado por Gonçalves (2014), em que em seu estudo com tratamentos de camas de equinos com casca de arroz, verificou fuga das minhocas deste tratamento para outro que possuía fonte de carbono mais degradável.

Visto que a casca de arroz é um material de difícil degradação, e conseqüentemente a sobrevivência e possível reprodução das minhocas poderia ser limitada, esperava-se números inferiores de indivíduos ao final do experimento. Porém, confirmasse que as mesmas conseguiram sobreviver e degradar praticamente todo este material, casca de arroz, ao final do estudo, incluindo-se também a elevada degradação do esterco de coelho.

Ressalta-se que durante o experimento verificavam-se casulos na superfície dos vermireatores (FIGURA 12), como não era necessário realizar o revolvimento do meio, visto que isto é tarefa das minhocas, não era possível analisar a parte inferior dos vermireatores para verificar a reprodução das mesmas. Na contagem ao final, 90 dias, encontrou-se diversos casulos e indivíduos jovens, verificando-se que o ambiente estava favorável para reprodução.



Figura 12 – Presença de casulos na superfície dos vermireatores

Fonte: Da autora (2017).

### *5.2.7 Aspecto do material*

Ao final da experimentação, 90 dias, para os tratamentos, verificou-se que o produto final dos vermireatores estava totalmente descaracterizado, ou seja, os resíduos orgânicos (esterco de coelho + casca de arroz) presentes no meio estavam em estágio avançado de degradação, ao contrário do processo de compostagem em que grande quantidade dos resíduos ainda estavam sem nenhum indicio de decomposição (FIGURA 13).

Desta forma, pôde-se verificar que a vermicompostagem atendeu as necessidades de degradação dos resíduos, mesmo em um curto período de tempo, 90 dias. Isso nos mostra a suma importância do processo, já que com o auxílio das minhocas inseridas no meio, obteve-se um produto final excelente, em termos de decomposição.

Já na compostagem isto não foi verificado, já que neste processo a degradação dos resíduos não foi completa, e provavelmente para este haveria necessidade de maior tempo de experimentação para que os resíduos fossem totalmente degradados.

Substrato Inicial 04/07/2017



Compostagem 02/10/2017



Vermicompostagem 02/10/2017



Figura 13 – Aspecto dos resíduos após a compostagem e a vermicompostagem

Fonte: Da autora (2017).

## 6 | CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos, foi possível comparar a eficiência de dois métodos, compostagem e vermicompostagem, com a utilização de esterco de coelho e casca de arroz, na proporção de 75% e 25%, respectivamente.

Ao final do experimento, aos 90 dias, os teores de N, P, K, pH e MO dos dois processos tiveram os mesmos resultados estatisticamente. Em relação à compostagem, pode-se apontar melhor valor de relação C/N, já em relação à vermicompostagem, deve-se apontar melhores teores de carbono orgânico e maior redução de volume e peso em comparação ao processo de compostagem. Isso ocorreu, provavelmente, em função da fixação de alguns elementos em função da presença das minhocas.

Mesmo alguns parâmetros dos dois processos terem ficado semelhantes, é importante ressaltar que o aspecto do material oriundo, ao final do processo, da vermicompostagem apresentou condições satisfatórias de degradação se comparado à compostagem, visto que a casca de arroz foi praticamente toda degradada pelas minhocas. Isto torna-se viável sob ponto de vista ambiental, já que a mesma é um resíduo de difícil decomposição e apresenta riscos ao meio ambiente quando queimada.

Testes posteriores serão feitos para averiguar a eficiência dos dois processos em diferentes vegetais cultivados na escola.

Dessa forma, este trabalho verificou que o esterco e a casca de arroz podem ser reutilizados, com possível utilização como fertilizantes.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, Ana Carolina. **Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002. Disponível em: <[http://200.145.6.238/bitstream/handle/11449/96604/amorim\\_ac\\_me\\_jabo.pdf?sequence=1&isallowed=y](http://200.145.6.238/bitstream/handle/11449/96604/amorim_ac_me_jabo.pdf?sequence=1&isallowed=y)>. Acesso em: 10 abr. 2017.

AMORIM, Ana C.; JÚNIOR, Jorge de Lucas; RESENDE, Kleber T. De. **Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos**: efeito das estações do ano. 2005. Engenharia Agrícola Jabotical, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n1/24871.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2017.

ANDREOLI, Cleverson Vitório. **Resíduos sólidos do saneamento**: processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: Rimas, ABES, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 17512-1**. Qualidade do solo – Ensaio de fuga para avaliar a qualidade de solos e efeitos de substâncias químicas no comportamento. Parte 1: Ensaio com minhocas (*Eisenia fetida* e *Eisenia andrei*). Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 26 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.007**. Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 21 p.

BASSACO, Antonio Carlos. **Uso de resíduos de origem animal biotransformados na produção de mudas de alface**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgagrobio/AntonioBassaco.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 25, de 23/07/2009. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=20542>>. Acesso em: 05 out. 2017.

BRAGA, Gastão Ney Monte. **Argila e matéria orgânica na análise de solo**. 2012. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2012/06/argila-e-materia-organica-na-analise-do.html#more>>. Acesso em: 10 out. 2017.

CARLESSO, Wagner Manica; RIBEIRO, Rosecler; HOENHE, Lucélia. Tratamento de resíduos a partir de compostagem e vermicompostagem. 2011. **Revista Destaques Acadêmicos**, ano 3, n. 4, CETEC – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2011. Disponível em: <[http://agriculturaurbana.org.br/boas\\_praticas/textos\\_compostagem/tratamento\\_residuos\\_univate.pdf](http://agriculturaurbana.org.br/boas_praticas/textos_compostagem/tratamento_residuos_univate.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2017.

CERVEIRA, Ana Filipa Santos. **Compostagem doméstica aplicada a uma escola EB 2,3**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Oliveira de Azeméis, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10773/593>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

CHACÓN, Eddi Alejandro Vanegas. **Caracterização, decomposição e biodisponibilidade de nitrogênio e fósforo de materiais orgânicos de origem animal e vegetal**. 2006. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ufv.br/handle/123456789/1654>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

CHEMIN, Beatris Francisca. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos**: planejamento, elaboração e apresentação. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015.

CORRÊA, César Trujillo; SANTOS, Jaqueline Santos Dos. Vermicompostagem no tratamento de resíduos orgânicos domésticos. 2015. XI SEMANA DE EXTENSÃO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO SEPESQ, Centro Universitário Ritter dos Reis, 2015. Disponível em: <[https://www.uniritter.edu.br/files/sepesq/arquivos\\_trabalhos/3611/1111/1376.pdf](https://www.uniritter.edu.br/files/sepesq/arquivos_trabalhos/3611/1111/1376.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2017.

COSTA, Mônica Sarolli Silva de Mendonça. **Caracterização dos dejetos de novilhos superprecoces**: reciclagem energética e de nutrientes. 2005. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp – Campus de Botucatu, São Paulo, 2005. Disponível em: <[http://200.145.6.238/bitstream/handle/11449/96604/amorim\\_ac\\_me\\_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://200.145.6.238/bitstream/handle/11449/96604/amorim_ac_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 16 out. 2017.

COTTA, Jussara Aparecida de Oliveira et al. **Compostagem versus vermicompostagem**:

comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. 2015. Artigo Técnico, v. 20, n. 1 - Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n1/1413-4152-esa-20-01-00065.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

DEUCHER, Caroline Mohr. **Vermicompostagem**. 2014. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://www.agrarias.ufpr.br/portal/zootecnia/wp-content/uploads/sites/13/2016/10/24.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS - EMBRAPA - **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual.

Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/990374/1/ManualdeMtodosdeAnilisedeSolo.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.

FIORI, Marciane Gorete Silvestro; SCHOENHALS, Marlise; FOLLADOR, Franciele Aní Caovilla. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 5, n. 3, 2008. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=164>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

GERHARD, Fabiane; MORAES, Sofia Royer. **Relatório de experimento de compostagem com resíduos orgânicos domésticos**. 2015. Trabalho acadêmico - Disciplina de Tecnologias de Tratamento e Destinação de Resíduos Sólidos, Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2015.

GODOY, João Carlos. **Compostagem**. 2015. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/compostagem.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2017.

GONÇALVES, Flávia. **Tratamento de camas de equinos por compostagem e vermicompostagem**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2596/1/LD\\_COEAM\\_2013\\_2\\_07.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2596/1/LD_COEAM_2013_2_07.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2017.

GUIDONI, Lucas Lourenço Castiglioni. **Compostagem de resíduo orgânico domiciliar e casca de arroz**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2016/03/TCC-Lucas-Guidoni.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

HERBETS, R. A et al. **Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos**. 2005. Artigo – Disciplina de Introdução à Biotecnologia, Programa de Mestrado em Biotecnologia, Campus Universitário Trindade, Florianópolis, 2005. Disponível em: <[http://www.academia.edu/11863789/Compostagem\\_de\\_res%C3%ADduos\\_s%C3%B3lidos\\_org%C3%A2nicos\\_aspectos\\_biotecnol%C3%B3gicos](http://www.academia.edu/11863789/Compostagem_de_res%C3%ADduos_s%C3%B3lidos_org%C3%A2nicos_aspectos_biotecnol%C3%B3gicos)>. Acesso em: 10 abr. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa do produto interno bruto (PIB)**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 20 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa da pecuária municipal**. 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

KIEHL, Edmar José. **500 perguntas e respostas**. Piracicaba. Editora Agronômica Ceres, 2008, 227 p.  
\_\_\_\_\_. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

\_\_\_\_\_. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. 3. ed. Piracicaba, 2002.

KONZEN, Egídio Arno; ALVARENGA, Ramon Costa. **Fertilidade de solos**. ISSN 1679-012X 6. ed. 2010. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/ferorganica.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/ferorganica.htm)>. Acesso em: 22 abr. 2017.

MACEDO, Alessandra Bellas Romariz; CRUZ, Eduardo Picanço. Análise comparativa da produção de vermicomposto com base na produção de esterco de três fontes animais: um estudo sob a ótica da metodologia MACBETH. 2010. In: VII SEGeT – SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA – 2010. Universidade Federal Fluminense, 2010. Disponível em: <[https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/281\\_SEGET%202010%20IV.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/281_SEGET%202010%20IV.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2017.

MAYER, Flávio Dias; HOFFMANN, Ronaldo; RUPPENTHAL, Janis E. Gestão energética, econômica e ambiental do resíduo casca de arroz em pequenas e médias agroindústrias de arroz. 2006. In: XIII SIMPEP - Bauru, 2006. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/124.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/124.pdf)>. Acesso em: 22 abr. 2017.

NADOLNY, Herlon **Sérgio. Reprodução e desenvolvimento das minhocas (*Eisenia andrei* bouché 1972 e *eudrilus eugeniae* (kinberg 1867)) em resíduo orgânico doméstico**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Área de concentração em Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas Departamento de Solos, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/22350?show=full>>. Acesso em: 02 out. 2017.

NASCIMENTO, Alex F. et al. Caracterização de vermicomposto produzido com palha de café e esterco bovino. ISSN 1983-2125. Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. **Revista Caatinga**, Mossoró, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252015v28n401rc>>. Acesso em: 14 out. 2017.

NOVUS, Produtos Eletrônicos Ltda. Disponível em: <<https://www.novus.com.br/site/default.asp?TroncoID=916099&SecaoID=648364&SubsecaoID=0&Idioma=55>>. Acesso em: 20 out. 2017.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de; SARTORI, Raul Henrique; GARCEZ, Tiago B.

**Compostagem**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. Disponível em: <[https://www.agencia.cnpia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem\\_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf](https://www.agencia.cnpia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2017.

PIRES, Carla Parzanezi Neve. Cama das baias: problema ou solução?2010. III CICLO DE ATUALIZAÇÃO DO CAVALO ATLETA. Disponível em: <[http://www.ufrj.br/ladeq/paginas/docs\\_eventos/anais\\_IIIciclo/O-Camabaiasequinos-problemaousolucao.pdf](http://www.ufrj.br/ladeq/paginas/docs_eventos/anais_IIIciclo/O-Camabaiasequinos-problemaousolucao.pdf)>. Acesso em: 21 out. 2017.

QUEIROZ, Carla Regina Amorim dos Anjos et al. Esterco de coelho: fonte de nutrientes para complementação da adubação. 2014. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 3 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberlândia, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v6n32014680>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

RIBEIRO, Rosecler et al. A absorção de cobre por minhocas da espécie *Eisenia andrei* em solos e húmus contaminados. 2012. **Revista destaques acadêmicos**, v. 4, n. 4, 2012 – Centro Universitário - UNIVATES, Lajeado, 2012. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/241>>. Acesso em: 20 out. 2017.

SBIZZARO, Mariana. **Vermicompostagem a partir de dejetos de ovinos e bovinos com palha de cana-de-açúcar**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1413>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

SCHIEDECK, Gustavo; GONÇALVES, Márcio de Medeiros; SCHWENGBER, José Ernani. Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar. 2006. **Circular Técnica n. 57**, Pelotas, 2006. Disponível em: <<https://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30814/1/Circular-57.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

SILVA, Erasmo César Ferreira. **Produção de composto orgânico**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura, Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008. Disponível em: <[http://dev.muz.ifsuldeminas.edu.br/portal/attachments/221\\_producao\\_composto\\_organico.pdf](http://dev.muz.ifsuldeminas.edu.br/portal/attachments/221_producao_composto_organico.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2017.

SILVA, Paulo R. D.; LANDGRAF, Maria Diva; REZENDE, Maria Olímpia de O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. 2013. **Quim. Nova**, v. 36, n. 5, p. 640-645, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422013000500005>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

SOARES, João da Paixão; SOUZA, Jovino Araújo; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. Caracterização de amostras comerciais de vermicomposto de esterco bovino e avaliação da influência do pH e do tempo na adsorção de Co (II), Zn (II) e Cu (II). **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 5-9, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de química e fertilidade do solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

\_\_\_\_\_. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo – Núcleo Regional Sul. 2016. 376 p.

SPADER, Sergiani. **O uso da casca de arroz em processos de minicompostagem**. 2005. Monografia (Especialização) – Programa de Pós-Graduação, Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, 2005. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000028/00002829.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

TORRES, Camila Laner. **Avaliação da aceitabilidade de resíduos agroindustriais pela minhoca *Eisenia andrei* visando futuro processo de vermicompostagem**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2017/01/TCC-Camila-Torres.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

TORRES, Guilherme Arf; TARIFA, Luiz Renato Marques. Aproveitamento de resíduos agrícolas. 2012. **Dossiê Técnico, BRT** – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTcwMQ==>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

VILELA, Luciana Castroviejo de Oliveira. **Gestão de resíduos de avicultura e cunicultura**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.3/1339>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

WALLAUER, Frederico Alberto. **Estudo e avaliação da adição de cinza de casca de arroz à borracha EPDM**. 2011. Trabalho de Diplomação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/31402>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

WANGEN, Dalcimar Regina Batista; FREITAS, Isabel Cristina Vinhal. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. 2010. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/7601/6696>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

WIETHAN, Maria Medianeira Saccol. **Vermicompostagem e desenvolvimento inicial de alface em doses superiores de trichoderma**. 2015. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, Área de Concentração em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <[http://w3.ufsm.br/ppgagrobio/Dissertacao\\_Maria\\_Medianeira.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgagrobio/Dissertacao_Maria_Medianeira.pdf)>. Acesso em: 01 maio 2017.

ZIBETTI, Volnei Knopp. **Produção e qualidade biológica de húmus de minhoca para uso na supressão de *Sclerotium rolfsii* SACC**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação

em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.  
Disponível em: <<http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/handle/123456789/2370>>. Acesso em: 10 abr.  
2017.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Alan Mario Zuffo** - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-288-3

