

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
CENTRO DE ENGENHARIAS  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA



Trabalho de Conclusão de Curso

**Avaliação da aceitabilidade de resíduos agroindustriais  
pela minhoca *Eisenia andrei* visando futuro processo de  
vermicompostagem**

Camila Laner Torres

Pelotas, 2016

**CAMILA LANER TORRES**

**Avaliação da aceitabilidade de resíduos agroindustriais  
pela minhoca *Eisenia andrei* visando futuro processo de  
vermicompostagem**

Trabalho acadêmico apresentado ao  
Curso de Engenharia Ambiental e  
Sanitária, da Universidade Federal de  
Pelotas, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vanessa Sacramento Cerqueira

Pelotas, 2016

Banca examinadora:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Sacramento Cerqueira – Centro de  
Engenharias/UFPEL – Orientadora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Beatriz Simões Valente – Departamento de Zootecnia/UFPEL  
Doutoranda Daniela Pimentel Rodriguez – Programa de Pós-Graduação  
em Sistemas de Produção Agrícola Familiar – SPAF/UFPEL

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, pela minha vida, pela força, fé, e coragem para superar todos os desafios.

Aos meus pais, Alvacir e Cleiva, e meus irmãos, Cristiane, Tiago e Daniela, por acreditarem em mim e por todo o apoio durante essa caminhada.

À professora Vanessa Cerqueira pela amizade, pelo suporte e por toda a atenção dedicada a mim e a este trabalho.

Às melhores amigas que a faculdade poderia me proporcionar, Amanda e Rapha, por estarem ao meu lado em todos os piores e melhores momentos ao longo destes anos.

Às demais amigas, pelo apoio e por entenderem a minha ausência nesta reta final.

E a todos que, de alguma maneira, participaram da minha formação.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

TORRES, Camila Laner. **Avaliação da aceitabilidade de resíduos agroindustriais pela minhoca *Eisenia andrei* visando futuro processo de vermicompostagem.** 2016. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Nos últimos anos, com o aumento das atividades agroindustriais, tem-se buscado alternativas para a minimização dos impactos causados pela grande geração de resíduos orgânicos deste setor. Uma técnica viável para reaproveitamento destes resíduos é a vermicompostagem. Este processo possibilita a reciclagem de compostos orgânicos, através da ação de minhocas, produzindo um material com alto valor fertilizante, denominado vermicomposto. Em princípio, todos os resíduos orgânicos podem ser utilizados na vermicompostagem, porém nem sempre estão em condições de serem fornecidos diretamente para as minhocas. O presente estudo buscou avaliar a aceitabilidade de alguns resíduos agroindustriais por minhocas da espécie *Eisenia andrei*. O teste consistiu na avaliação do comportamento das minhocas após 24 horas e após 7 dias de exposição à diferentes combinações destes resíduos. Inicialmente, testou-se a mistura de lodo industrial com serragem de madeira e com casca de arroz, visando a escolha do melhor material estruturante. Em seguida, testou-se a combinação selecionada, com diferentes proporções de casca de abóbora e casca de batata. A avaliação foi feita considerando-se a fuga, a morte no interior ou na superfície do substrato, lentidão ou ausência de movimentos, aparência do corpo das minhocas, cheiro desagradável e aglomeração em ponto específico. O comportamento das minhocas em todos os experimentos de lodo industrial e serragem de madeira foi insatisfatório, ao passo que, nos experimentos com lodo industrial e casca de arroz não houve nenhum comportamento significativo de rejeição pelas minhocas. Desse modo, selecionou-se a casca de arroz como agente estruturante. Para a escolha da melhor proporção deste material e do lodo industrial, levou-se também em consideração o grau de umidade ideal para o processo de vermicompostagem. Dessa forma, a proporção selecionada para os ensaios posteriores foi de 2:1 (casca de arroz:lodo industrial). Os resultados obtidos em 24 horas e em 7 dias nos experimentos utilizando os resíduos casca de abóbora e de batata, mostraram diferença expressiva no comportamento, indicando a necessidade da realização do teste em um período maior de tempo. Após 7 dias, havendo um número significativo de fuga, os experimentos com maior concentração de casca de batata foram considerados insatisfatórios. Apesar de não ter ocorrido fuga nos experimentos com menor concentração de casca de batata, as minhocas apresentaram o corpo amolecido, o que evidencia uma possível intoxicação. A única alteração comportamental demonstrada pelas minhocas nos experimentos com casca de abóbora foi a pouca atividade nas proporções 3:1 e 1:3 (casca de arroz + lodo industrial:casca de abóbora), respectivamente. Desse modo, sugere-se a proporção 1:1 para potencial utilização em futuro processo de vermicompostagem.

Palavras-chave: aceitação; minhocas; resíduos agroindustriais; vermicompostagem.

## ABSTRACT

Torres, Camila Laner. **Evaluation of the acceptability of agroindustrial residues by *Eisenia andrei* earthworm aiming at the future vermicomposting process.** 2016. 59f. Course Conclusion Paper (TCC). Graduation in Environmental and Sanitary Engineering. Federal University of Pelotas, Pelotas.

In the last years, with the increase of agroindustrial activities, we have sought alternatives for minimizing the impacts caused by the large generation of organic waste in this sector. One feasible technique for reuse of this waste is vermicomposting. This process allows the recycling of organic compounds, through the action of earthworms, producing a material with high fertilizer value, called vermicompost. In principle, all organic waste can be used in vermicomposting, but they are not always in a position to be supplied directly to earthworms. The present study sought to evaluate the acceptability of some agroindustrial residues by earthworms of *Eisenia andrei* specie. The test consisted in evaluating the behavior of the earthworms after 24 hours and after 7 days of exposure to different combinations of these residues. Initially, the industrial sludge was tested with wood sawdust and rice husk, aiming at the choice of the best structuring material. The selection combination was then tested with different ratios of pumpkin peel and potato peel. The evaluation was made considering the escape, death inside or on the substrate surface, slowness or absence of movements, appearance of the body of the earthworms, unpleasant smell and agglomeration at specific point. The behavior of earthworms in all industrial sludge and wood sawdust experiments was unsatisfactory, while in the experiments with industrial sludge and rice husk there was no significant behavior of earthworms rejection. In this way, the rice husk was selected as the structuring agent. In order to choose the best proportion of this material and industrial sludge, the ideal moisture content for the vermicomposting process was also taken into account. Thus, the proportion selected for the subsequent trials was 2:1 (rice husk : industrial sludge). The results obtained in 24 hours and 7 days in the experiments using pumpkin peel and potato residues, showed significant difference in behavior, indicating the need to perform the test in a longer period of time. After 7 days, with a significant number of escape, the experiments with the highest concentration of potato peel were considered unsatisfactory. Although there was no escape in the experiments with lower concentration of potato peel, the worms showed the body softened, which shows a possible intoxication. The only behavioral change demonstrated by the worms in the experiments with pumpkin peel was the little activity in the ratios 3:1 and 3:1 (rice husk + industrial sludge : pumpkin peel), respectively. Thus, the 1:1 ratio is suggested for potential use in the future vermicomposting process.

Keywords: Acceptance; Earthworms; Agroindustrial residues; Vermicomposting.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
1.1 OBJETIVOS .....	15
1.1.1 Objetivo Geral .....	15
1.1.2 Objetivo Específico.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	16
2.1 Agroindústria .....	16
2.1.1 Indústria de laticínios.....	17
2.1.1.1 Efluentes líquidos da indústria de laticínios.....	17
2.1.1.2 Lodo gerado no tratamento de efluentes de laticínios .....	18
2.1.1.3 Destinação final do lodo de laticínios .....	19
2.1.2 Indústria de arroz .....	20
2.1.2.1 Resíduos gerados no beneficiamento do arroz .....	21
2.1.2.2 Destinação da casca de arroz .....	22
2.1.3 Indústria de minimamente processados .....	23
2.3 Vermicompostagem .....	25
2.3.1 Minhocas .....	28
2.3.2 Teste de aceitação do alimento.....	29
3. METODOLOGIA.....	30
3.1 Obtenção das amostras .....	30

3.1.1 Lodo de estação de tratamento de efluentes .....	30
3.1.2 Serragem de madeira .....	30
3.1.3 Casca de arroz .....	31
3.1.4 Casca de produtos minimamente processados.....	32
3.2 Testes de aceitação do alimento .....	33
3.3 Avaliação do comportamento das minhocas .....	36
3.4 Caracterização dos resíduos.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 Testes de aceitação do alimento .....	38
4.2 Caracterização dos resíduos.....	38
5. CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIA .....	50



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Especificações dos fertilizantes orgânicos mistos e compostos .....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
Figura 2. Lodo coletado na estação de tratamento de efluentes de uma indústria de laticínios .....	30
Figura 3. Serragem de madeira.....	31
Figura 4. Casca de arroz .....	31
Figura 5. Cascas de abóbora picadas.....	32
Figura 6. Cascas de batata picadas .....	33
Figura 7. Minhoca da espécie <i>Eisenia andrei</i> .....	34
Figura 8. Teste de aceitação do alimento .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 9. Resultado do experimento 6 da combinação de lodo industrial e serragem de madeira .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de parâmetros físico-químicos típicos do efluente da indústria de laticínios. ....	18
Tabela 2. Valores típicos dos principais parâmetros de lodo da indústria de laticínios .....	19
Tabela 3. Caracterização da casca de arroz.....	21
Tabela 4. Principais parâmetros da casca de abóbora e da casca de batata .....	24
Tabela 5. Proporções das misturas de serragem e casca de arroz com o lodo industrial.....	35
Tabela 6. Proporções das misturas da combinação de casca de arroz e lodo de ETE com as cascas de abóbora e batata.....	36
Tabela 7. Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial e serragem de madeira em 24 horas .....	39
Tabela 8. Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial e serragem de madeira em 7 dias.....	40
Tabela 9. Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial e casca de arroz em 24 horas .....	43
Tabela 10. Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial e casca de arroz em 7 dias.....	44
Tabela 11. Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial, casca de arroz e cascas de abóbora e batata em 24 horas .....	45
Tabela 12. Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial, casca de arroz e cascas de abóbora e batata em 7 dias.....	46
Tabela 13. Caracterização dos resíduos.....	48

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

C/N	Relação Carbono e Nitrogênio
CA	Casca de Arroz
CAB	Casca de Abóbora
CB	Casca de Batata
CNA	Conferência de Agricultura e Pecuária do Brasil
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LI	Lodo Industrial
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PIB	Produto Interno Bruto
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROSAB	Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
RBA	Reator Biológico Aerado
SM	Serragem de Madeira
USDA	United States Department of Agriculture

# 1. INTRODUÇÃO

A agroindústria é um dos principais segmentos da economia brasileira, com importância tanto no abastecimento interno como no desempenho exportador do país (SPADOTTO e RIBEIRO, 2006). De acordo com dados da Conferência de Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio aumentou 2,71% em 2016 frente ao ano anterior.

Nos últimos anos, o aumento da produção agroindustrial atrelado à falta de planejamento neste setor, tem ocasionado problemas ambientais relacionados à geração e a destinação inadequada dos resíduos (CARNEIRO et al., 2013). Especificamente em relação à indústria de processamento de alimentos, esses resíduos são principalmente orgânicos, gerados em volumes significativos. Estes resíduos devem ser devidamente tratados, uma vez que a sua eliminação pode levar a potenciais problemas ambientais, causando a contaminação de solos e de recursos hídricos, além de perdas de matérias-primas e energia, que requerem investimentos significativos no controle da poluição (SOUSA & CORREIA, 2010).

O aumento da preocupação da sociedade e do governo com o meio ambiente tem levado à criação de políticas ambientais mais avançadas. Em 2 de agosto de 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305, que dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (PNRS, 2010). Dentre os instrumentos da lei em questão, está a elaboração dos planos de resíduos sólidos que incluem a criação de programas, projetos, e ações que podem ser aplicadas na busca de soluções sustentáveis para o tratamento dos resíduos sólidos (PNRS, 2010).

Diante disto, as empresas devem buscar a garantia do equilíbrio ambiental a fim de proteger o meio ambiente de possíveis impactos ambientais através da adoção de métodos para a minimização e reaproveitamento de resíduos gerados nos diferentes processos industriais (COELHO et al., 2001; TEXEIRA, 2011).

Dentre as técnicas existentes de tratamento de resíduos orgânicos, uma de grande alcance, em vista da sua praticidade, baixo custo e dos resultados alcançados, é a compostagem. A compostagem se destaca como uma técnica de revalorização de resíduos onde estes são transformados, através da ação microbiana, em um material estabilizado rico em nutrientes, os quais são utilizados como adubo orgânico de alto valor fertilizante.

Outra técnica considerada promissora na reciclagem de resíduos orgânicos é a denominada vermicompostagem. Esta técnica consiste na utilização de minhocas para produção do composto orgânico (vermicomposto), constituído pela mistura de matéria orgânica humificada e excrementos de minhocas (VERAS e POVINELLI, 2004). O principal processo envolvido na ação das minhocas sobre a matéria orgânica é mais mecânico que biológico: o revolvimento e a aeração do composto, bem como a trituração das partículas orgânicas que passam pelo trato digestivo desses animais, constituem um processo puramente mecânico. A contribuição do efeito bioquímico está presente quando da decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos existentes no intestino das minhocas, gerando resíduos mais ricos em nutrientes assimiláveis pelas plantas (DORES-SILVA, et al., 2011).

De maneira geral, costuma-se utilizar na vermicompostagem, os resíduos orgânicos gerados em grande quantidade e de fácil obtenção (ALENCAR et al., 2016). As agroindústrias de processamento de laticínios, de beneficiamento de arroz e de processamento mínimo de hortaliças, são atividades destacadas no Rio Grande do Sul, gerando uma significativa quantidade de resíduos com elevada carga orgânica, apresentando grande potencial de aplicação em processos de vermicompostagem.

É importante destacar que, embora a sua vasta aplicação, nem todos os resíduos orgânicos são adequados e apresentam condições de serem utilizados em processos de vermicompostagem (ECKHARDT et al.; 2016). Para que o resíduo esteja em condições de ser fornecido diretamente às minhocas, é importante preocupar-se com a qualidade do material (COTTA, 2015), além de fatores como umidade, relação C/N, toxicidade, pH, tamanho das partículas e temperatura, que em condições não ideais, podem prejudicar o processo de vermicompostagem. Alguns

resíduos podem apresentar cheiro desagradável, necessitar de tratamentos prévios ou apresentar elementos tóxicos ou características químicas capazes de afugentar ou mesmo matar as minhocas (ECKHARDT et al.; 2016).

Para evitar a perda de minhocas e falhas no processo de vermicompostagem, é possível realizar um teste para averiguar se o resíduo está em condições de ser ou não oferecido às minhocas (SCHIEDECK, 2010). Este teste se mostra interessante uma vez que é simples, rápido e de baixo custo.

Diante disto, o presente trabalho buscou avaliar a aceitação das minhocas à diferentes misturas de resíduos agroindustriais locais visando a posterior vermicompostagem em escala piloto.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é avaliar a aceitação de diferentes misturas de resíduos agroindustriais pelas minhocas da espécie *Eisenia andrei* visando futuro processo de vermicompostagem.

### **1.1.2 Objetivo Específico**

- Avaliar o comportamento das minhocas quando expostas a diferentes combinações dos resíduos: lodo de estação de tratamento de efluentes de uma indústria de laticínios, casca de arroz, serragem de madeira, casca de abóbora e casca de batata.
- Selecionar as combinações de resíduos que proporcionaram maior aceitação pelas minhocas.
- Caracterização da composição química dos resíduos selecionados.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Agroindústria

O setor agroindustrial visa à obtenção de alimentos e fibras e é formado pela junção das seguintes atividades: criação de animais, cultivo agrário, beneficiamento destes produtos e suas transformações e a produção de bens industriais para a agropecuária (OLIVEIRA, 2014).

Atualmente a produção agroindustrial emerge em grandes proporções, dessa forma, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio está entre os principais responsáveis pela aceleração da economia do Brasil (TOLLER, 2016). Segundo dados do IBGE (2013), a agroindústria brasileira cresceu 0,4% no primeiro semestre de 2013, ritmo superior ao registrado no mesmo período do ano anterior.

Esse crescimento implica no aumento do consumo de insumos e da geração de resíduos na atividade (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000). Por processarem diferentes produtos de origem animal e vegetal, as agroindústrias geram os mais variados resíduos, em sua maioria com alta concentração de materiais orgânicos (COSTA et al., 2009; RODRIGUES et al, 2016). Estes resíduos podem aumentar o potencial poluidor associado à disposição inadequada que, além da poluição de solos e de corpos hídricos quando da lixiviação de compostos, acarreta problemas de saúde pública (ROSA et al., 2011).

Dentre os resíduos agroindustriais gerados em grande quantidade pode-se citar: resíduos de abatedouros, resíduos do processamento do arroz (cascas, palhas e farelo), resíduos da limpeza de grãos em unidades de beneficiamento, bagaço de cana-de-açúcar, resíduos da indústria de processamento de frutas e hortaliças (cascas, bagaços diversos, produtos alimentícios após a validade ou fora do padrão), resíduos da produção animal (camas, restos de carcaças, estercos, sólidos oriundos da limpeza das baias), cinzas de caldeiras, lodos das estações de tratamento de efluentes, entre outros (OLIVEIRA, 2014).



### **2.1.1 Indústria de laticínios**

O processamento de derivados do leite se constitui como uma das principais atividades industriais da agroindústria brasileira. Os laticínios são os produtos comestíveis que possui o leite como principal elemento em sua composição ou qualquer produto dessa atividade industrial. Entre esses produtos são considerados como laticínios: o leite pasteurizado, o leite desnatado, os queijos, os cremes de leite, a manteiga, o leite condensado, o doce de leite, o iogurte, as bebidas fermentadas, os sorvetes, dentre outros (JERÔNIMO, et al., 2012).

Foi divulgado pelo IBGE que, em 2014, o país teve um aumento na produção de leite de 2,7% em relação ao ano anterior. De acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture – USDA), em 2014, o Brasil ocupou, com 33,3 bilhões de litros, a quinta posição no ranking mundial de produção de leite, atrás da União Européia, Índia, Estados Unidos e China.

#### **2.1.1.1 Efluentes líquidos da indústria de laticínios**

A contribuição material, em termos de poluição de águas receptoras, das indústrias de laticínios é significativa, sendo, portanto, necessário e obrigatório o tratamento prévio de seus despejos líquidos antes do lançamento para disposição final em curso d'água (NIRENBERG e FERREIRA, 2005).

Ainda assim, algumas indústrias lançam seus efluentes líquidos de forma inadequada, ou seja, sem nenhum tratamento, nos cursos d'água. Estes efluentes provocam danos ambientais graves e, tornam-se, inúmeras vezes, um resíduo altamente poluente, com concentração de matéria orgânica até cem vezes maior do que a do esgoto doméstico (TEIXEIRA, 2011). O efeito da poluição causada pelos resíduos de laticínios é atribuído à imediata e alta demanda de oxigênio. Eles podem causar um crescimento de algas e bactérias que consomem o oxigênio da água e, eventualmente, sufocam os rios, que levam ao desaparecimento gradual dos peixes. Havendo, então, a necessidade do tratamento dos seus efluentes (SHETE e SHINKAR, 2013).

Segundo Shivsharan et al. (2013), os principais parâmetros de poluição de águas residuais da indústria de laticínios são: pH, temperatura, Oxigênio Dissolvido, Sólidos Totais, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos Totais, DBO, DQO, Cloreto, Sulfato, óleos e graxas.

A Tabela 1 apresenta valores de alguns parâmetros físico-químicos típicos do efluente da indústria de laticínios.

Tabela 1 – Valores de parâmetros físico-químicos típicos do efluente da indústria de laticínios

<b>Parâmetros</b>	<b>Faixa de variação</b>
Temperatura (°C)	12 – 40
pH	5,3 – 9,4
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	135 – 8500
DQO (mg/L)	500 – 4500
DBO5 (mg/L)	450 – 4790
Óleos e Graxas (mg/L)	35 – 500
Nitrogênio (mg/L)	15 – 180
Cloretos (mg/L)	48 – 469
Sulfato (mg/L)	197 – 399
Dióxido de Carbono (mg/L)	124 – 186

Fonte: Adaptado de ANDRADE (2011) e TIKARIHA e SAHU (2014).

#### **2.1.1.2 Lodo gerado em estação de tratamento de efluentes de laticínios**

O tratamento de efluentes de uma indústria de laticínios gera uma fase aquosa tratada, que pode ser lançada em corpos d'água, e um lodo que deve ser submetido a um tratamento devido à elevada proporção de matéria orgânica instável (LÓPEZ-MOSQUERA et al., 2002; NIRENBERG e FERREIRA, 2005).

Segundo Matos (2005), esse material é responsável por um dos maiores impactos causados pelos resíduos sólidos, formando ácidos orgânicos através da fermentação, provocando assim, maus odores, diminuição do oxigênio dissolvido em águas superficiais e a contaminação do solo, quando disposto diretamente.

São apresentados na Tabela 2, valores típicos dos principais parâmetros de lodo de estação de tratamento de laticínios.

Tabela 2 – Valores típicos dos principais parâmetros de lodo da indústria de laticínios

<b>Parâmetros</b>	<b>Valor típico</b>
Umidade (%)	86
pH	8,2
Nitrogênio Total (g/kg)	75
Carbono Total (g/kg)	339
Relação C/N	4,5

Fonte: Adaptado de Gratelly, et al., (1996).

### **2.1.1.3 Destinação final do lodo de laticínios**

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) define resíduo sólido como material, substância, objeto ou bem descartado, cuja destinação final se procede nos estados sólido, semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água. E define ainda rejeito como o resíduo sólido que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. Nesta perspectiva, o lodo, deixa de ser classificado como rejeito e ganha status de produto, podendo ter opções mais vantajosas de destinação final.

Porém, a alternativa mais comum para a disposição do lodo agroindustrial ainda é o aterro industrial, destino caro e pouco sustentável, uma vez que nestes

sistemas a matéria orgânica irá produzir metano, gás causador do efeito estufa (FRASSON, 2011).

Outra alternativa utilizada é a incineração para aproveitamento energético, mas é cara e somente será viável quando há uma necessidade energética próxima à fonte geradora, devido ao alto custo de investimento no processo (FRASSON, 2011).

A aplicação de lodo em solo agrícola, em decorrência da riqueza de matéria orgânica e nutrientes dessa matriz, tem sido uma maneira bem difundida de disposição em diversos países do mundo, pois é um caminho mais economicamente viável além de ser mais sustentável, pois transforma um resíduo em um produto comercial (CABRAL, 2012). Porém, de acordo com a mesma fonte, a aplicação direta no solo de lodo “fresco” pode não ser a melhor forma, pois a atividade microbiana pode retirar todo o oxigênio do solo, tornando-o impróprio para o cultivo.

A utilização do lodo industrial na agricultura como adubo orgânico é reconhecida como uma das alternativas mais promissoras para disposição final deste resíduo. Porém, antes de ter utilizado em qualquer atividade agrícola, ele deve ser tratado e estabilizado para reduzir e eliminar patógenos e inibir, reduzir ou eliminar o potencial de putrefação do lodo e, conseqüentemente, seu potencial de produção de odores (CAMARGO et al., 2010). No geral, a estabilização consiste na decomposição do resíduo orgânico e é normalmente refletida na diminuição da atividade microbiana (SUTHAR et al., 2012).

Uma alternativa econômica e ambientalmente correta para a estabilização do lodo é a compostagem (VERAS E POVINELLI, 2004). O processo é uma forma de decomposição natural de compostos orgânicos pelos microrganismos sob condições ambientais controladas (ZHOU et al., 2015).

### **2.1.2 Indústria de arroz**

O arroz está entre os cereais mais produzidos e consumidos no mundo. É o principal alimento para mais da metade da população mundial, principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil (WALTER et al., 2008).

A produção brasileira de arroz está distribuída principalmente entre os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso (MAPA, 2015). De acordo com o 12º levantamento da safra de 2015/2016, atualmente a produção está em torno de 10,6 milhões de toneladas (CONAB, 2016).

Na região sul do Brasil é praticado o cultivo de arroz irrigado, que contribui, em média, com 54% da produção nacional, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor nacional (MAPA, 2015).

No Brasil, o arroz é consumido, principalmente, na forma de grãos inteiros, sendo mais conhecidos três tipos de produtos: o arroz integral (descascado), o arroz branco (polido) e o arroz parboilizado, os quais são oriundos do arroz em casca e obtidos por diferentes processos de pós-colheita que geram mudanças físicas, químicas e estruturais nos grãos (SAIDELLES et al., 2012).

#### **2.1.2.1 Resíduos gerados no beneficiamento do arroz**

No beneficiamento do arroz são geradas grandes quantidades de resíduos, dentre eles, a casca de arroz, o farelo, os grãos quebrados, entre outros. Dentre estes, se destaca a casca de arroz, principalmente devido ao grande volume gerado e pela demora para absorção natural quando lançada no meio ambiente (LORENZETT et al., 2012; FONTOURA, 2015).

A cada tonelada de arroz produzido, 23% equivale à casca. A casca de arroz, um dos mais abundantes resíduos agroindustriais, é um material fibroso composto principalmente por celulose, lignina e resíduos orgânico. Possui elevado volume e baixa densidade (DELLA, et al., 2005).

A Tabela 3 apresenta valores típicos dos principais parâmetros da casca de arroz.

Tabela 3 – Caracterização da casca de arroz

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

Fonte: Adaptado de TORRES e TARIFA (2012).

### **2.1.2.2 Destinação da casca de arroz**

Sem valor comercial, a casca de arroz é normalmente usada, devido ao seu alto poder calorífico e a grande quantidade gerada, como matéria-prima para a geração de energia (LUDWIG et al., 2012). Porém, este processo gera a cinza como resíduo, que é de difícil degradação e possui pouquíssimos nutrientes para o solo (DELLA et al., 2005).

Tem-se estudado também, devido principalmente à sua granulometria, a utilização da casca de arroz na fabricação de argamassa e materiais da construção civil (FERREIRA et al., 2008).

Outra forma de utilização da casca de arroz é a na produção de papel, pois a sua composição apresenta 32% de celulose, viabilizando o processo. Porém, este resíduo apresenta grande concentração de lignina, o que dificulta a fabricação.

Uma alternativa interessante e que vem recebendo atenção é a aplicação em processos de compostagem. Neste processo, é importante a utilização de agentes de estruturação misturados aos resíduos, para ajustar o teor de umidade, a relação

carbono/nitrogênio e os espaços porosos entre as partículas (VALENTE et al., 2016). A casca de arroz, devido suas características físico-químicas, pode ser utilizada como um ótimo material estruturante no processo neste processo (GUIDONI, 2015).

### **2.1.3 Indústria de minimamente processados**

O mercado de frutas e hortaliças cresceu significativamente na última década, sendo o crescimento ainda maior no segmento dos minimamente processados (NASCIMENTO et al., 2014). O objetivo do processamento mínimo de vegetais é oferecer ao consumidor um produto semelhante ao fresco com uma vida útil prolongada e, ainda assim, mantendo uma sólida qualidade nutritiva e sensorial (OLIVEIRA et al., 2006).

Nos Estados Unidos, os alimentos minimamente processados são comercializados desde 1970. Já no Brasil, este tipo de produto tornou-se disponível nas últimas duas décadas, tornando-se, hoje em dia, um mercado importante no país, sendo as grandes cadeias de supermercados responsáveis por 10% a 13% do total de vendas (OLIVEIRA et al., 2011).

A matéria-prima que origina os produtos minimamente processados é produzida de maneira mais criteriosa que a dos produtos convencionais, principalmente no que diz respeito à utilização de defensivos e fertilizantes. A matéria-prima é selecionada, lavada, cortada e embalada dentro dos padrões de qualidade exigidos pelo mercado. Esses produtos são apresentados em cubos, picados e ralados, podendo também ser apresentado em mix de saladas (LANA, 2000). Exemplos destes produtos são: a abóbora, o alface, a beterraba, a cenoura, a batata, o chuchu, o alho, entre outros.

Além do alto valor nutricional e da importância para a economia nacional, a abóbora e a batata apresentam vantagens dentre os produtos minimamente processados, pois aliam conveniência e qualidade de produto fresco com disponibilidade durante o ano todo (CASTRO et al., 2011; LOVATTO et al, 2012).

Um dos principais entraves ao desenvolvimento da indústria de minimamente processados de frutas e hortaliças em todas as partes do mundo está associado à significativa geração de resíduos orgânicos da atividade (MIGUEL et al., 2008).

A composição dos resíduos do processamento de alimentos é extremamente variada e depende tanto da natureza da matéria-prima como da técnica de produção utilizada, dentre eles destacam-se as cascas, sementes e caroços (FERREIRA, 2010; PINTO, 2007).

A Tabela 4 apresenta valores aproximados dos principais parâmetros da casca de abóbora e da casca de batata

Tabela 4 – Principais parâmetros da casca de abóbora e da casca de batata

<b>Parâmetro</b>	<b>Casca de abóbora</b>	<b>Casca de batata</b>
Umidade	79,87 %	78 %
Carbono	11,5 %	18,5 %
Nitrogênio	0,66 %	0,51 %
Relação C/N	17,42	36,27

Fonte: Adaptado de Santos (2013) e Silva et al. (2008).

## **2.2 Compostagem**

Os resíduos industriais, depois de gerados, necessitam de destino adequado, pois, além de criar potenciais problemas ambientais, os resíduos representam perdas de matérias primas e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição. A indústria de alimentos produz vários resíduos de alto potencial de reutilização (SAIDELLES et al., 2012). A compostagem é considerada uma alternativa econômica e ambientalmente adequada para a estabilização de resíduos orgânicos industriais e de estações de tratamento, com possibilidade de aproveitamento agrônomico destes resíduos (VERAS e POVINELLI, 2004).



O PROSAB definiu, em 1999, a compostagem como uma biooxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de dióxido de carbono, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável.

À medida que o processo de compostagem se inicia, há proliferação de populações complexas de diversos grupos de microrganismos que vão se sucedendo de acordo com as características do meio (FERNANDES e SILVA, 1999). Dessa forma, a compostagem é afetada por qualquer fator que atinja a atividade microbiológica. Dentre esses fatores, os mais importantes são: a aeração, a temperatura, o teor de umidade e a concentração de nutrientes (VERAS e POVINELLI, 2004).

Uma variante da compostagem é a vermicompostagem de resíduos orgânicos, que envolve a ação das minhocas sobre o resíduo orgânico, em conjunto com os microrganismos (SCHIRMER, 2010). Comparado com a compostagem, este processo é mais vantajoso, pois diminui o tempo para a obtenção do húmus, minimiza as perdas de nutrientes e possibilita a obtenção de um material mais homogêneo (NDEGWA e THOMPSON, 2001).

### **2.3 Vermicompostagem**

A tecnologia da vermicompostagem, que abrange ambas as metas sociais e ambientais de desenvolvimento sustentável, é muito utilizada em países como a Índia, Austrália, Nova Zelândia, Cuba e Itália (SILVA et al., 2010).

Edwards (1995) define a vermicompostagem como o processo de transformação de matéria orgânica recente em matéria orgânica estabilizada, através da ação das minhocas junto com a microflora que vive em seu trato digestivo.

Os fatores que interferem no processo refletem as necessidades ou restrições impostas pelas minhocas, de modo a garantir a sua adaptação ao meio em vermicompostagem. Os seguintes fatores podem ser referidos como importantes na vermicompostagem: umidade, aeração, temperatura, relação carbono/nitrogênio, pH e tamanho das partículas (BIDONE e POVINELLI, 1999).

A qualidade de nutrientes do resíduo influencia na taxa de alimentação das minhocas. Materiais com alta relação C/N são resistentes à transformação e precisam ser misturados a outros resíduos que sejam ricos em nitrogênio, visando manter a relação C/N em torno de 30:1 (AQUINO, 2005; BIDONE e POVINELLI, 1999).

Quanto à temperatura, os sistemas de vermicompostagem devem ser mantidos em temperaturas abaixo de 35°C, uma vez que a exposição da minhoca sob temperaturas acima desse valor, provoca a sua morte (VERAS e POVINELLI, 2004).

Outro fator limitante na vermicompostagem é a umidade, uma vez que as minhocas realizam as trocas gasosas através da epiderme. Assim, o ideal é manter a umidade na faixa de 70% a 75% (AQUINO, 2005; BIDONE e POVINELLI, 1999).

Embora mais lentamente, as minhocas trabalham em materiais de maior granulometria, porém, é intuitivo que a menor granulometria facilita a ingestão e, dessa forma, acelera o processo. Assim, é importante a trituração do material a ser vermicompostado (BIDONE e POVINELLI, 1999; COTTA, 2015).

A vermicompostagem pode ser aplicada para a destinação de diversos tipos de resíduos, desde que esteja dentro dos limites de aceitabilidade das minhocas (CARLESSO et al, 2011). Dentre os resíduos mais comumente usados na vermicompostagem estão os resíduos domésticos, resíduos urbanos, resíduos agroindustriais, entre outros (RICCI, 1996; CORRÊA, 2007).

O tempo necessário para que ocorra a decomposição dos resíduos ao longo do processo de vermicompostagem depende, principalmente, da relação C/N, além de outras propriedades físicas e químicas do resíduo (COTTA et al., 2015). De acordo com Veras e Povinelli (2004), entre 60 e 90 dias após a inoculação das minhocas é possível a obtenção do vermicomposto.

O vermicomposto obtido através da vermicompostagem é considerado um produto de alta qualidade que pode ser utilizado como regulador da matéria orgânica do solo (SILVA et al., 2010).

A Lei nº 6.894, de 1980; Decreto nº 4.954, de 2004; IN SDA nº 23, de 2005, define vermicomposto como fertilizante orgânico composto, resultante da digestão da matéria orgânica proveniente de esterco, restos vegetais ou outros resíduos orgânicos pelas minhocas. Por essa mesma lei é definido o termo fertilizante orgânico como produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais. E define vermicomposto classe B como composto orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima oriunda de processamento da atividade industrial ou da agroindústria onde o sódio (Na<sup>+</sup>), metais pesados, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos são utilizados no processo.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em sua Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009 aprova normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.

Na Figura 1 é apresentada a tabela contida no anexo III da Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009, aprovada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, onde são dadas as especificações dos fertilizantes orgânicos mistos e compostos.

\*(valores expressos em base seca, umidade determinada a 65°C)

Garantia	Misto/composto				Vermicomposto
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classes A, B, C, D
Umidade (máx.)	50	50	50	70	50
N total (mín.)	0,5				
*Carbono orgânico (mín.)	15				10
*CTC <sup>(1)</sup>	Conforme declarado				
pH (mín.)	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0
Relação C/N (máx.)	20				14
*Relação CTC/C <sup>(1)</sup>	Conforme declarado				
Outros nutrientes	Conforme declarado				

<sup>(1)</sup> É obrigatória a declaração no processo de registro de produto.

Figura 1 - Especificações dos fertilizantes orgânicos mistos e compostos. Fonte: Anexo III, Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009.

### 2.3.1 Minhocas

Segundo Sinha et al. (2009), as minhocas, no processo de vermicompostagem, agem como aeradores, trituradores, degradadores químicos e estimuladores biológicos.

Por serem bissexuais, as minhocas se reproduzem rapidamente. Em condições ótimas de umidade, temperatura e substratos, elas são capazes de dobrar a sua população a cada dois meses (SINHA et al., 2009). Além disso, segundo os mesmos autores, as minhocas tem potencial de aumentar a taxa de decomposição aeróbia e também de estabilizar resíduos orgânicos, sendo capazes de remover patógenos e metais pesados prejudiciais.

Dentre as espécies de minhocas utilizadas na vermicompostagem em cativeiro de resíduos orgânicos, destacam-se as exóticas *Eisenia foetida* e *Eisenia andrei*, que habitam ambientes ricos em material orgânico, não sobrevivendo em solos tropicais como as espécies nativas (SCHIRMER, 2010). Aquino e Nogueira (2001) justificam sua utilização na minhocultura devido à características como, crescimento rápido, elevada prolificidade, resistência e adaptabilidade às condições de cativeiro.

A função das minhocas na estabilização do resíduo é facilmente associada à quantidade de nutrientes, às condições aeróbicas, ao teor de umidade, e à temperatura (SINHA et al, 2009). A combinação de resíduos com características complementares pode ser utilizada para obter os parâmetros físico-químicos ideais (FERNANDES et al., 1993).

### **2.3.2 Teste de aceitação do alimento**

Apesar de poder-se aproveitar todo o tipo de resíduo orgânico no minhocário, muitas vezes, o resíduo possui algum elemento tóxico ou alguma propriedade química capaz de afugentar ou até mesmo matar as minhocas (ECKHARDT et al., 2016).

A alimentação adequada é um ponto-chave para o sucesso da vermicompostagem. Sempre que for necessário trocar a fonte ou a procedência do alimento é conveniente a realização do teste de aceitação do alimento. Este teste deve ser realizado sempre que houver dúvidas quanto à qualidade ou às condições do alimento (ECKHARDT et al.; 2016).

O teste de aceitação do alimento pelas minhocas proposto por Schiedeck et al (2010) baseia-se em dispor uma amostra do resíduo a ser testado em um recipiente e, em sua superfície, inocular um número conhecido de minhocas adultas, deixando que elas próprias entrem no resíduo. Após 24h, se todas as minhocas inoculadas inicialmente estiverem presentes no resíduo, o teste pode ser considerado positivo. Caso contrário, possivelmente há algum problema com o alimento e ele não deve ser disponibilizado no minhocário.

Contudo, apenas a presença das minhocas no alimento não basta para concluir sobre suas condições. Às vezes, as minhocas podem permanecer no alimento devido a uma intoxicação aguda que não lhes permitiu fugir. Assim, a observação do comportamento e aspecto das minhocas encontradas no alimento é tão importante quanto o próprio número de minhocas contadas (SCHIEDECK et al., 2010).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Obtenção das amostras**

##### **3.1.1 Lodo de estação de tratamento de efluentes**

O lodo foi coletado do Reator Biológico Aerado (RBA) de uma estação de tratamento de efluentes de uma indústria de laticínios localizada na cidade de Pelotas – RS.

Para a coleta utilizou-se baldes de plástico com capacidade de 15 litros. O lodo foi encaminhado para o laboratório onde permaneceu em repouso e exposto ao ar livre para secagem natural (Figura 2).



Figura 2 – Lodo coletado na estação de tratamento de efluentes de uma indústria de laticínios

##### **3.1.2 Serragem de madeira**

A serragem de madeira (Figura 3) foi coletada em uma madeireira localizada na cidade de Pelotas – RS e armazenada em sacos plásticos.



Figura 3 – Serragem de madeira

### 3.1.3 Casca de arroz

A casca de arroz (Figura 4) foi obtida junto a uma indústria de beneficiamento de arroz localizada na cidade de Pelotas – RS e armazenada em sacos plásticos.



Figura 4 – Casca de arroz

### 3.1.4 Cascas de produtos minimamente processados

Foram coletadas cascas de abóbora (Figura 5) e batata (Figura 6) resultantes da industrialização de produtos minimamente processados em uma Cooperativa de Agricultores Familiares da região de Pelotas. As amostras foram coletadas e armazenadas em sacos plásticos. As cascas foram picadas em partículas para melhor adequação dos experimentos.



Figura 5 – Cascas de abóbora picadas





Figura 6 – Cascas de batata picadas

### 3.2 Testes de aceitação do alimento

Visando selecionar a melhor combinação dos resíduos para posterior desenvolvimento da vermicompostagem, realizaram-se testes de aceitação do alimento pelas minhocas adaptando a metodologia proposta por Schiedeck et al. (2010).

O teste de aceitação do alimento pelas minhocas consiste em avaliar o comportamento das minhocas quando expostas a diferentes resíduos.

Os testes foram realizados em duplicata em copos plásticos com capacidade de 200 mL, onde foram inseridos 150 mL de diferentes combinações. Em cada um dos copos foram inoculadas 10 minhocas adultas da espécie *Eisenia andrei* (Figura 7). Os ensaios foram mantidos à temperatura ambiente dentro de uma bandeja

contendo água e detergente (Figura 8) para evitar a dispersão das minhocas em caso de fuga.



Figura 7 – Minhoca da espécie *Eisenia andrei*



Figura 8 – Teste de aceitação do alimento

Inicialmente, foram testadas diferentes combinações de serragem com o lodo industrial e de casca de arroz com o lodo industrial, cujas proporções estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Proporções das misturas de serragem e de casca de arroz com o lodo industrial.

Tratamento	Quantidade de substrato (%)	
	Lodo de ETE (LI)	Serragem de madeira (SM) ou Casca de arroz (CA)
1	100	-
2	90	10
3	75	25
4	67	33
5	50	50
6	33	67
7	25	75
8	10	90

Baseado nos resultados destes testes, realizaram-se outros testes de aceitação do alimento, utilizando resíduos de indústria de minimamente processados: casca de abóbora e casca de batata. Escolheu-se a combinação de 67% de casca de arroz com 33% de lodo de ETE – (2:1), e combinou-se com as cascas de abóbora e batata nas proporções apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Proporções das misturas da combinação de casca de arroz e lodo de ETE com as cascas de abóbora e batata

Tratamento	Quantidade de substrato (%)		
	Casca de arroz + Lodo de ETE	Casca de abóbora (CAB)	Casca de batata (CB)
1	75	25	-
2	50	50	-
3	25	75	-
4	75	-	25
5	50	-	50
6	25	-	75
7	75	12,5	12,5
8	50	25	25
9	25	37,5	37,5

### 3.3 Avaliação do comportamento das minhocas

Para a avaliação da aceitação do substrato observou-se o comportamento das minhocas após 24 horas e após 7 dias de experimento, considerando os seguintes critérios:

- Fuga;
- Morte das minhocas no interior ou na superfície do substrato;
- Lentidão ou ausência de movimentos;
- Cor das minhocas;

- Regiões do corpo inchadas ou com aspecto sanguinolento;
- Corpo amolecido além do normal;
- Cheiro desagradável nos substratos ou nas minhocas;
- Minhocas agrupadas em um ponto específico do alimento.

### **3.4 Caracterização dos resíduos**

Após a avaliação do teste de aceitação, as amostras dos resíduos selecionados para futuro processo de vermicompostagem foram encaminhadas ao Laboratório de Prestação de Serviços da Faculdade de Agronomia no campus Capão do Leão da UFPEL para determinação de umidade, carbono e nitrogênio a fim de selecionar a melhor proporção dos resíduos considerando umidade e relação C/N.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Teste de aceitação**

Inicialmente, foram realizados testes de aceitabilidade dos resíduos pelas minhocas utilizando misturas de lodo industrial de ETE com serragem de madeira e misturas de lodo industrial com casca de arroz. Os resíduos de serragem de madeira e casca de arroz foram testados com o intuito de servir como material absorvente de umidade, tendo em vista que o lodo, ainda que mantido em condições ideais, apresentava nível elevado de umidade (85,4%).

As Tabelas 7 e 8 mostram os resultados dos testes de aceitação em 24 horas e em 7 dias, respectivamente, para os ensaios utilizando lodo industrial e serragem de madeira.

Tabela 7 – Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial e

Experimento/ (LI:SE)	Comportamento das minhocas					
	Fuga	Morte no substrato	Atividade	Corpo	Aglomerção	Cheiro
1 (1:0)	0	0	A	CB	M	N
2 (9:1)	0	0	A	CB	M	N
3 (3:1)	1	0	L	N	S	N
4 (2:1)	0	0	L	N	M	N
5 (1:1)	0	0	L	N	M	N
6 (1:2)	7	3	-	-	S	N
7 (1:3)	5	5	-	-	S	N
8 (1:9)	5	5	-	-	S	N

serragem de madeira em 24 horas.

Siglas: LI= Lodo Industrial; SE= Serragem de madeira; A = Ativas; L = Lentas; CB = Corpo Esbranquiçado; N = Normal; M = no Meio; S = na Superfície.

Tabela 8 – Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial e serragem de madeira após 7 dias.

Experimento (LI:SE)	Comportamento das minhocas					
	Fuga	Morte no substrato	Atividade	Corpo	Aglomeración	Cheiro
1 (1:0)	0	0	A	CB	M	N
2 (9:1)	0	0	A	CB	M	N
3 (3:1)	1	0	L	CB	S	N
4 (2:1)	0	0	L	CA	S	N
5 (1:1)	0	0	L	CA	M	N
6 (1:2)	7	3	-	-	S	N
7 (1:3)	5	5	-	-	S	N
8 (1:9)	5	5	-	-	S	N

Siglas: LI= Lodo Industrial; SE= Serragem de madeira; A = Ativas; L = Lentas; CB = Corpo Esbranquiçado; CA = Corpo Amarelado; M = no Meio; S = na Superfície; N = Normal.

Observa-se que no experimento 6, que continha (33% de lodo industrial e 67% de serragem de madeira), 70% das minhocas fugiram e 30% encontraram-se mortas no interior do substrato (Figura 9). Já nos ensaios 7 e 8, 50% das minhocas fugiram do substrato e 50% morreram. Isto demonstra que nas mais altas concentrações testadas de serragem de madeira, o ambiente tornou-se insatisfatório para as minhocas.



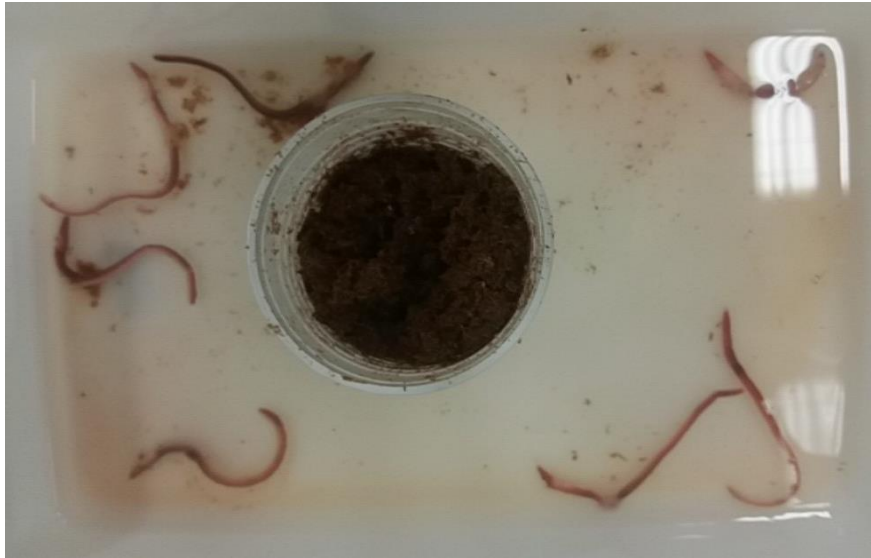


Figura 9 – Resultado experimento 6 da combinação de lodo industrial e serragem de madeira.

Conforme Schiedeck et al. (2010), a fuga das minhocas do alimento indica que este não está apropriado para o processo de vermicompostagem. Entretanto, o mesmo autor diz ainda, que não pode-se concluir sobre as condições do alimento considerando apenas a presença das minhocas no material, às vezes elas permanecem no substrato devido a alguma intoxicação que não lhes permitiu fugir. Assim, a morte da maioria das minhocas no próprio resíduo nos experimentos 6, 7 e 8 pode significar a presença de algum composto tóxico na serragem de madeira.

Observa-se também, que nos experimentos 3, 4 e 5, em 7 dias, apesar das minhocas não terem fugido e não ter havido morte no substrato, elas apresentaram lentidão, o que, de acordo com Schiedeck et al. (2010), pode indicar uma intoxicação, não sendo o resíduo adequado para a vermicompostagem. Assim, os únicos experimentos considerados aceitos pelas minhocas, são o 1 e o 2, ambos com elevada concentração de lodo industrial e, assim, alto teor de umidade. Segundo Valente et al. (2009), o excesso de umidade pode impossibilitar a oxigenação do meio. De acordo com ECKHARDT et al. (2016), o ambiente formado pelos resíduos deve apresentar porosidade suficiente para fornecer oxigênio para a respiração das minhocas, que são organismos aeróbios. Assim, em processos de vermicompostagem deve-se utilizar mistura de resíduos, onde existam materiais responsáveis por formar poros nos resíduos, a fim de facilitar as trocas gasosas.

Dessa forma, em vista do exposto, descartou-se todas as combinações de serragem de madeira com lodo industrial como resíduo promissor para vermicompostagem.

As Tabelas 9 e 10 apresentam os resultados dos testes de aceitação da combinação de casca de arroz e lodo industrial em 24 horas e em 7 dias, respectivamente. Observa-se que, em ambos os tempos analisados, não houve nenhum comportamento significativo de rejeição do substrato pelas minhocas. Após 24 horas, nos experimentos 1, 2 e 3, e após 7 dias, nos experimentos 1, 2, 3, 4, as minhocas apresentaram corpo esbranquiçado, além disso, nos mesmos experimentos após 7 dias, houveram fugas, indicando rejeição do substrato pelas minhocas.

Tabela 9 – Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial e casca de arroz após 24 horas.

Experimento (LI:CA)	Comportamento das minhocas					
	Fuga	Morte no substrato	Atividade	Corpo	Agglomeração	Cheiro
<b>1 (1:0)</b>	0	0	A	CB	M	N
<b>2 (9:1)</b>	0	0	A	CB	M	N
<b>3 (3:1)</b>	0	0	A	CB	M	N
<b>4 (2:1)</b>	0	0	A	N	M	N
<b>5 (1:1)</b>	0	0	A	N	M	N
<b>6 (1:2)</b>	0	0	A	N	M	N
<b>7 (1:3)</b>	0	0	A	N	M	N
<b>8 (1:9)</b>	0	0	A	N	M	N

Siglas: LI= Lodo Industrial; CA= Casca de arroz; A = Ativas; CB = Corpo Esbranquiçado; N = Normal; M = no Meio; S = na Superfície

Tabela 10 – Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial e casca de arroz após 7 dias

Experimento (LI:CA)	Comportamento das minhocas					
	Fuga	Morte no substrato	Atividade	Corpo	Aglomerção	Cheiro
1 (1:0)	1	0	A	CB	M	N
2 (9:1)	2	0	A	CB	F	N
3 (3:1)	1	0	L	CB	F	N
4 (2:1)	1	0	A	CB	M	N
5 (1:1)	0	0	A	N	M	N
6 (1:2)	0	0	A	N	M	N
7 (1:3)	0	0	A	N	M	N
8 (1:9)	0	0	A	N	M	N

Siglas: LI= Lodo Industrial; CA= Casca de arroz; A = Ativas; L = lentas; CB = Corpo Esbranquiçado; N = Normal; F = no Fundo; M = no Meio.

Considerando os resultados negativos do teste de aceitação da combinação de serragem de madeira com o lodo industrial, e resultados positivos utilizando casca de arroz juntamente com lodo industrial a partir da proporção 1:1 (ensaios 5, 6, 7 e 8) escolheu-se a casca de arroz como material estruturante para os testes posteriores. Em função da coloração do corpo das minhocas, a sua atividade e umidade dos experimentos considerados aceitos pelas minhocas (experimentos 5, 6, 7 e 8), escolheu-se a proporção do experimento 6 (33% de lodo industrial e 67% de casca de arroz).

As Tabelas 11 e 12 apresentam os resultados dos testes de aceitação em 24 horas e 7 dias, respectivamente, das combinações da mistura de lodo industrial e casca de arroz com as cascas de abóbora e batata.

Tabela 11 – Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial,

Experimento (LI+CA:CAB:CB)	Comportamento das minhocas					
	Fuga	Morte no substrato	Atividade	Corpo	Aglomerção	Cheiro
<b>1 (3:1:0)</b>	0	0	L	N	M	N
<b>2 (1:1:0)</b>	0	0	A	N	M	N
<b>3 (1:3:0)</b>	0	0	L	N	M	N
<b>4 (3:0:1)</b>	0	0	L	CB/CM	M	N
<b>5 (1:0:1)</b>	0	0	L	CB/CM	M	N
<b>6 (1:0:3)</b>	1	0	L	CB/CM	M	N
<b>7 (6:1:1)</b>	0	0	A	N	M	N
<b>8 (2:1:1)</b>	0	0	A	N	M	N
<b>9 (1:1,5:1,5)</b>	0	0	L	CB	M	N

casca de arroz e cascas de abóbora e batata após 24 horas.

Siglas: LI+CA= Mistura de Lodo Industrial e Casca de Arroz; CAB= Casca de abóbora; CB= Casca de batata; A = Ativas; L = Lentas; N = Normal; CB = Corpo Esbranquiçado; CM = Corpo amolecido; M = no Meio

Tabela 12 – Resultado do teste de aceitação da combinação de lodo industrial, casca de arroz e cascas de abóbora e batata após 7 dias.

<b>Experimento (LI+CA:CAB:CB)</b>	<b>Comportamento das minhocas</b>					
	Fuga	Morte no substrato	Atividade	Corpo	Aglomerção	Cheiro
<b>1 (3:1:0)</b>	0	0	L	N	S	N
<b>2 (1:1:0)</b>	0	0	A	N	S	N
<b>3 (1:3:0)</b>	0	0	L	N	F	N
<b>4 (3:0:1)</b>	0	0	L	CB/CM	M	N
<b>5 (1:0:1)</b>	7	0	L	CB/CM	M	N
<b>6 (1:0:3)</b>	10	0	-	-	-	N
<b>7 (6:1:1)</b>	3	0	A	N	S	N
<b>8 (2:1:1)</b>	0	0	A	CM	M	N
<b>9 (1:1,5:1,5)</b>	0	0	A	CB/CM	M	N

Siglas: LI= Lodo Industrial; CA= Casca de arroz; CAB= Casca de abóbora; CB= Casca de batata; A = Ativas; L = Lentas; N = Normal; CB = Corpo Esbranquiçado; CM = Corpo Amolecido; S = na Superfície; F = no Fundo; M = no Meio; N = Normal

Observa-se que, em 24 horas, considerando apenas fuga e morte no substrato, pode-se considerar o teste positivo para todos os experimentos. Porém, o mesmo não ocorre nos experimentos após 7 dias, uma vez que, houve uma quantidade de fuga significativa nos experimentos 5 e 6, demonstrando que pode demorar mais do que 24 horas para que as minhocas apresentem intolerância ao alimento. O estudo realizado por Li et al. (2014), mostra que as minhocas demonstram reações de estresse através do seu comportamento quando inseridas

em um novo meio, porém, após 15 dias, as minhocas foram capazes de se adaptarem ao novo ambiente.

Nos experimentos 5 e 6, que continham maiores quantidades de casca de batata, ocorreram número significativo de fugas, dessa forma, descartou-se a casca de batata como resíduo com potencial para a vermicompostagem.

Gunadi e Edwards (2003) associam a morte das minhocas, quando expostas aos resíduos de vegetais (alface, aipo, salsa e ervilha), à alta condutividade elétrica e à alta concentração de amônia presentes nesses materiais, o que pode ter provocado a fuga e também o corpo amolecido das minhocas nos experimentos com maior concentração de casca de batata (experimentos 5 e 6). Além disso, de acordo com Machado e Toledo (2004), a batata, principalmente na casca, contém naturalmente uma concentração elevada de compostos tóxicos chamados de glicoalcalóides que podem estar associados a mecanismos de defesa da planta contra a ação de insetos e microrganismos. Dessa forma, estes compostos provavelmente podem estar relacionados com a rejeição da combinação de resíduos de lodo industrial, casca de arroz e casca de batata.

Nos experimentos 8 e 9, não ocorreram fuga nem morte no substrato, porém, o corpo das minhocas apresentava-se amolecido, o que, segundo Schiedeck et al. (2010) é um indício de intoxicação das minhocas pelo alimento.

Frente aos resultados obtidos nos diferentes testes, pode-se observar que a combinação 2:1 de casca de arroz e lodo industrial, e ainda que esta mistura combinada com casca de abóbora na proporção 1:1, apresentam alto potencial para o processo de vermicompostagem.

O teste de aceitação do alimento pelas minhocas realizado mostrou-se eficiente para avaliar a possibilidade de utilização dos resíduos na vermicompostagem. Porém, poucos estudos relacionados ao comportamento das minhocas frente à diferentes substratos foram desenvolvidos até o momento, fazendo-se interessante maiores pesquisas na área.

## 4.2 Caracterização dos resíduos

A Tabela 13 apresenta a caracterização dos resíduos utilizados.

Tabela 13 – Caracterização dos resíduos

<b>Parâmetros</b>	<b>Lodo industrial</b>	<b>Casca de arroz</b>	<b>Casca de abóbora</b>	<b>Casca de batata</b>
Umidade (%)	85,4	21,9	66,7	48,8
pH	7,33	6,82	6,40	6,75
Carbono (mg/Kg)	386,18	424,89	461,76	454,38
Nitrogênio (mg/Kg)	70,48	4,41	27,38	13,95
Relação C/N	5:1	96:1	17:1	32:1

Nota-se que o pH obtido para todos os resíduos foi considerado dentro da faixa ideal para processos de vermicompostagem. De acordo com Bidone e Povinelli (1999), o pH considerado ideal para vermicompostagem é entre 5,0 e 9,0. Desta forma, pode-se descartar a influência do pH nos testes de aceitação que apresentaram resultados negativos.

No presente estudo, a casca de arroz apresentou umidade de 21,9% e relação C/N de 96:1. Resultados que diferem do encontrado por Torres e Tarifa (2012) que foram 14% de umidade e relação C/N de 114:1. Segundo Iranzo et al. (2004), a relação C/N da casca de arroz pode variar de 50:1 a 150:1.

A umidade encontrada para as cascas de abóbora (66,7%) e batata (48,8%) diferem das encontradas por Santos (2013) para a casca de abóbora (79,87%) e por Silva et al. (2008) para a casca de batata (78%). Já a relação C/N obtida de 17:1 e 32:1 para as cascas de abóbora e batata, respectivamente, não difere muito do encontrado pelos autores.



Os resultados obtidos na caracterização do lodo encontram-se próximos aos encontrados na literatura. Em estudos realizados por Gratelly et al. (1996) foi encontrado valores de 86% de umidade e relação C:N de 4,5:1. O lodo se caracteriza como um material rico em nitrogênio, o qual apresentou 70,48 mg/kg, apresentando relação CN de 5:1. A relação C/N ideal para compostagem é de aproximadamente 30:1, o que mostra que é necessário a mistura com resíduos de alta relação C/N. A casca de arroz se mostra adequada para a mistura visto que é um resíduo rico em carbono (424,89 mg/kg) e apresentou relação C/N de 96:1.

A proporção selecionada, a partir do teste de aceitação realizado, apresentou relação C/N de 30:1. Garantindo concentrações de carbono e nitrogênio ideais para a vermicompostagem.

## 6. CONCLUSÃO

O teste de aceitação do alimento pelas minhocas mostrou-se satisfatório para a seleção de substratos para o processo de vermicompostagem.

A combinação de lodo industrial e serragem de madeira foi considerada inadequada para a vermicompostagem no período de 24 horas. O aumento na concentração de serragem ocasiona a fuga ou a morte no substrato das minhocas.

Os resultados de aceitabilidade da combinação de casca de arroz e lodo industrial pelas minhocas foram satisfatórios, indicando os resíduos como favoráveis ao processo de vermicompostagem. Levando em consideração, também, a umidade das misturas, escolheu-se a proporção 2:1 de casca de arroz e lodo industrial, respectivamente.

A diferença entre os resultados dos testes utilizando cascas de abóbora e batata, feitos em 24 horas e em 7 dias, mostrou a necessidade da realização do teste de aceitação do alimento em um período maior do que em 7 dias, indicando que as minhocas podem demorar dias para apresentar intolerância ao substrato.

O comportamento das minhocas após 7 dias nos testes com maior quantidade de casca de batata indicou a rejeição do substrato. Algumas possibilidades foram apontadas para justificar esse fato com a casca de batata, dentre elas, a possível alta concentração de compostos tóxicos associados a mecanismos de defesa da planta.

Os resultados do teste utilizando casca de abóbora foram satisfatórios. Levando em conta que as minhocas encontravam-se mais ativas na proporção 1:1 da mistura da combinação escolhida de casca de arroz e lodo industrial e de casca de abóbora, e que a relação C/N da mistura é 30:1, este foi considerado um substrato com alto potencial para a vermicompostagem.

## REFERÊNCIA

ALENCAR, A. P.; NETTO, A. J.; NOGUEIRA, B. D. **Efeito de substratos na produção e multiplicação de Eisenia fetida Savigny (1826)**. Acta Kariri Pesquisa e Desenvolvimento, Crato/CE, v.1, n.1, p.21-28. 2016.

ANDRADE, L. H. **Tratamento de efluente de indústria de laticínios por duas configurações de biorreator com membranas e nanofiltração visando o reuso**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. f.200-214. 2011.

AQUINO, A. M. **Aspectos práticos da Vermicompostagem**. Agroecologia:Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Cap. 17. Embrapa Informação Tecnológica. 2005.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos : EESC/USP, 120 p. 1999.

BRASIL, Lei n. 6894 de 16 de dezembro de 1980. **Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura, e dá outras providências**. 1980.

BRASIL. Lei n. 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. 2010.

CABRAL, J. C. A. **Proposta para transformação do lodo gerado em estação de tratamento de efluentes industriais para reciclagem e uso agrícola**. Monografia de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia de Lorena. Universidade de São Paulo. Lorena, SP. 2012.

CAMARGO, R.; MALDONADO, A. C. D.; SILVA, P. A.; COSTA, T. R. **Biossólido como substrato na produção de mudas de pinhão-manso**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.12, p.1304-1310. 2010.

CARNEIRO, L. J.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; MARTINS, M. F. L.; ROZATTI, M. A. T. **Nutrient loss in composting of agroindustrial residues**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.33, n.4, p.796-807. 2013.

CASTRO, L. N.; GOMES, R. F.; SILVA, J. P.; FARIAS, V. D. S.; SOUZA, G. T.; GUSMÃO, S. A. L. **Conservação pós-colheita de abóbora minimamente processada em função de diferentes embalagens e temperaturas de armazenamento.** Hortic. bras., v.29, n.2. 2011.

COELHO, M. A. Z.; LEITE, S. G. F.; ROSA, M. F.; FURTADO, A. A. L. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca de coco verde.** B. CEPPA, Curitiba, v.19, n.1, p.33-42. 2001.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA. Disponível em: [www.cnabrazil.org.br](http://www.cnabrazil.org.br) Acesso em: 24 de novembro de 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos.** V. 3 – Safra 2015/16. 12º levantamento. 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Disponível em: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br) Acesso em: 27 de nov. de 2016.

CORREA, R. S.; FONSECA, Y. M. F.; CORREA, A. S. **Produção de bio sólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.4, p.420-426. 2007.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; DECARLI, L. D.; PELÁ, A.; SILVA, C. J.; MATTER, U. F.; OLIBONE, D. **Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico.** R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.13, n.1, p.100-107. 2009.

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

DELLA, V. P.; KUHN, I.; HOTZA, D. **Reciclagem de resíduos agroindustriais: cinza de casca de arroz como fonte alternativa de sílica.** Cerâmica Industrial. 10 (2). 2005.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. **Acompanhamento químico da vermicompostagem de lodo de esgoto doméstico.** Química Nova, v.34, n.6, p.956-961. 2011.

EDWARDS, C. A. **Historical Overview of vermicomposting**. BioCycle. P. 56-58. 1995.

ECKHARDT, D.P.; ANOTONIOLLI, Z.I.; SCHIEDECK, G.; SANTANA, N.A.; REDIN, M.; DOMINGUEZ, J.; JACQUES, R.J.S. **Vermicompostagem como alternativa para o tratamento de resíduos nas propriedades rurais do Brasil**. In: Manejo e conservação da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Org. Tales Tiecher. Porto Alegre: Ufrgs, 2016.

FERNANDES, F.; PIERRO, A. C.; YAMAMOTO, R. Y. **Produção de fertilizante orgânico por compostagem do lodo gerado por estações de tratamento de esgotos**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.28, n.5, p.567-574. 1993.

FERNANDES, F. SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de bio sólidos**. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. 1999.

FERREIRA, R. C.; GOBO, J. C. C.; CUNHA, A. H. N. **Incorporação de casca de arroz e de braquiária e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de solo-cimento**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.28, n.1, p.1-11. 2008.

FONTOURA, L. P. **Potencial econômico e aplicações da casca de arroz no Estado do Rio Grande do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2015.

FRASSON, A. C. **Escolha de alternativa tecnológica para tratamento e destino final de lodo gerado no tratamento de efluentes líquidos de agroindústrias com base no método AHP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Federal de Londrina. 2011.

GRATELLE, P.; BENITEZ, E.; ELVIRA, C.; POLO, A. e NOGALES, R. **Stabilization of sludges from a dairy processing plant using vermicomposting**. C. Rodriguez-Barrueco (ed.), Fertilizers and Environment, 341-343. 1996.

GUNADI, B.; EDWARDS, C. A. **The effects of multiple applications of different organic wastes on the growth, fecundity and survival of *Eisenia fetida* (Savigny) (Lumbricidae)**. Pedobiologia, 47, 321-329, 2003.

GUIDONI, L. L. C. **Compostagem de resíduo orgânico domiciliar e casca de arroz**. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas. 2015.

GUIDONI, L.L.C.; BITTENCOURT, G.A.; MARQUES, R.V.; CORRÊA, L. B.; CORRÊA, É. **Compostagem Domiciliar: Implantação e Avaliação do Processo**. Revista Tecno-lógica, v. 17, pp. 44-51, 2013.

INSTITUTO GAÚCHO DO LEITE – IGL. Disponível em: [www.iglr.com.br](http://www.iglr.com.br) Acesso em: 28 de nov. de 2016.

IRANZO, M.; CAÑIZARES, J. V.; ROCA-PEREZ, L.; SAINZ-PARDO, I.; MORMENEO, S.; BOLUDA, R. **Characteristics of rice straw and sewage sludge as composting materials in Valencia (Spain)**. Bioresource Technology, v. 95, p. 107- 112, 2004.

JERÔNIMO, C. E. M.; COELHO, M. S.; MOURA, F. N.; ARAUJO, A. B. A. **Qualidade ambiental e sanitária das indústrias de laticínios do município de Mossoró-RN**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (e-ISSN: 2236-1170), v(7), n° 7, p. 1349-1356, MAR-AGO, 2012.

LANA, M. M. **Aspectos da fisiologia de cenoura minimamente processada**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.18, n.3, p.154-158. 2000.

LI, X.; XING, M.; YANG, J.; DAI, X. **Earthworm eco-physiological characteristics and quantification of earthworm feeding in vermifiltration system for sewage sludge stabilization using stable isotopic natural abundance**. Journal of Hazardous Materials. 276. 353-361. 2014.

LIU, K.; PRICE, G. W. **Evaluation of three composting system for the management of spent coffee grounds**. Bioresource Technology, 102, 7966-7974. 2011.

LÓPEZ-MOSQUERA, M. E.; CASCALLANA, V.; SEOANE, S. **Comparison of the effects of dairy sludge and a mineral NPK fertilizer on an acid soil**. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 17(1). 2002.

LORENZETT, D. B.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N. T. **Gestão de resíduos e a indústria de beneficiamento de arroz.** Revista Gestão Industrial. ISSN 1808-0448. V. 08, n 01: p. 219-232. 2012.

LOVATTO, M. T.; BISOGNIN, D. A.; TREPTOW, R. O.; STORCK, L.; GNOCATO, F. S.; MORIN JUNIOR, G. **Processamento mínimo de tubérculos de batata de baixo valor comercial.** Hortic. bras., v.30, n.2. 2012.

LUDWIG, R.; ARAÚJO, A. S.; PUTTI, F. F. **Usina termoelétrica a partir da casca de arroz.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, ISSN 1980-0897, v.8, n.7. 2012.

MACHADO, R. M. D.; TOLEDO, M. C. F. **Determinação de glicoalcalóides em batatas *in natura*(*Solanum Tuberosum L.*) comercializadas na cidade de Campinas, estado de São Paulo.** Ciência de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 24, 1, 047-052. 2004.

MATOS, A. T. **Tratamento de resíduos agroindustriais.** Curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais. Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.** Instrução Normativa, n.25, de 23 de julho de 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Assessoria de Gestão Estratégica Gabinete da Ministra. **Projeções do agronegócio Brasil 2014/15 a 2024/25 – Projeções de longo prazo.** Brasília, DF. 2015.

NASCIMENTO, K. O.; AUGUSTA, I. M.; RODRIGUES, N. R.; PIRES, T.; BATISTA, E.; JUNIOR, J. L. B.; BARBOSA, M. I. M. J. **Alimentos minimamente processados: uma tendência de mercado.** Acta Tecnológica, vol. 9, n. 1, p. 48-61. 2014.

NDEGWA, P. M.; THOMPSON, S. A. **Integrating composting and vermicomposting in the treatment and biconversion of biosolids.** Bioresource Technology. v. 76, p. 107-112. 2001.

NIRENBERG, L. P.; FERREIRA, O. M. **Tratamento de águas residuárias de indústria de laticínios: eficiência e análise de modelos matemáticos do projeto da Nestlé**. Universidade Católica de Goiás. Departamento de Engenharia. Engenharia Ambiental. Goiânia, GO. 2005.

OLIVEIRA, A. M. C.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A. **Qualidade higiênico-sanitária de abacaxi pérola minimamente processado**. RBPS, V. 19, n. 1, p. 19-24. 2006.

OLIVEIRA, M. A.; SOUZA, V. M.; BERGAMINI, A. M. M.; MARTINS, E. C. P. **Microbiological quality of ready-to-cut minimally processed vegetables consumed in Brazil**. Food Control, v.22, p.1400-1403. 2011.

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

RODRIGUES, A. C.; BAUM, C. A.; FORMENTINI, J.; SCHMACHTENBERG, N.; TREVIZAN, G. M.; SILVA, A. C. G. **Avaliação do processo de compostagem utilizando lodo de estação de tratamento de efluentes de laticínios**. Ciência e Natura, v.38, n-2, p.610-619. 2016.

ROSA, M. F.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, M. C. B. MORAES, J. P. S.; SANTAELLA, S. T.; LEITÃO, R. C. **Valorização de resíduos da agroindústria**. II SIGERA, Foz do Iguaçu – PR. 2011.

SAIDELLES, A. P. F.; SENNA, A. J. T.; KIRCHNER, R.; BITENCOURT, G. **Gestão de resíduos sólidos na indústria de beneficiamento de arroz**. Reget/UFSM. V(5), nº 5, p. 904-916. 2012.

SCHIEDECK, G.; STRASSBURGER, K. F. S.; SILVEIRA, E. F.; HOLZ, F. P. **Alimentação de minhocas: teste de aceitação do alimento**. Comunicado Técnico 236. EMBRAPA. ISSN 1806-9185. Pelotas, RS. 2010.

SCHIRMER, G. K. **Utilização do lodo de esgoto na vermicompostagem e como substrato para a produção de mudas de *Pinus elliotti***. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria. 2010.



SHETE, B. S.; SHINKAR, N. P. **Dairy industry wastewater sources, characteristics & its effects on environment.** International Journal of Current Engineering and Technology. ISSN 2277 – 4106. 2013.

SHIVSHARAN, V. S.; WANI, M.; KHETMALAS, M. B. **Characterization of dairy effluents by physicochemical parameters.** British Biotechnology Journal. 3(4): 575 – 580. 2013.

SINHA, R. K.; HERAT, S.; BHARAMBE, G.; BRAHAMBHATT, A. **Vermistabilization of sewage sludge (biosolids) by earthworms: converting a potential biohazard destined for landfill disposal into a pathogen-free, nutritive and safe biofertilizer for farms.** Griffith School of Engineering (Environment), Griffith University, Brisbane, Austrália. 2009.

SILVA, P. R. D.; LANDGRAF, M. D.; ZOZOLOTTO, T. C.; REZENDE, M. O. O. **Estudo preliminar do vermicomposto produzido a partir de lodo de esgoto doméstico e solo.** Eclética Química, v.35, n.3. 2010.

SOUSA, B.A.A., CORREIA, R.T.P. Biotechnological Reuse of Fruit Residues as a Rational Strategy for Agro-industrial Resources. **Journal of Technology Management & Innovation**, 5, 2, 2010.

SPADOTTO, C.; RIBEIRO, W. **Gestão de resíduos na agricultura e na agroindústria.** Fepaf. 2006.

SUNADA, N. S.; ORRICO, A. C. A.; JUNIOR, M. A. P. O.; CENTURION, S. R.; OLIVEIRA, A. B. M.; FERNANDES, A. R. M.; JUNIOR, J. L.; SENO, L. O. **Compostagem de resíduo sólido de abatedouro avícola.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 45, n. 1, p. 178-183. 2015.

SUTHAR, S.; MUTIYAR P. K.; SINGH, S. **Vermicomposting of milk processing industry sludge spiked with plant wastes.** Bioresource Technology, 116, 214-219. 2012.

TEIXEIRA, C. O. **Efluentes de laticínios, enquadramento legal e a representação dos técnicos e gerentes.** 2011. 71f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência

e Tecnologia do Leite e Derivados), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

TIKARIHA, A.; SAHU, O. **Study of characteristics and treatments of dairy industry waste water.** Journal of Applied & Environmental Microbiology, 2(1), 16-22. 2014.

TOLLER, M. **A transformação de resíduos agroindustriais através de biodigestores: uma gestão sócio-ambiental.** Revista Brasileira de Energias Renováveis. 2016.

TORRES, G. A.; TARIFA, L. R. M. **Aproveitamento de resíduos agrícolas.** Dossiê Técnico, BRT – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. 2012.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Disponível em: [www.usda.gov](http://www.usda.gov) Acesso em: 28 de nov. de 2016.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; DE AVILA, L. A. **Arroz: composição e características nutricionais.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 4. 2008.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR, B. S.; CABRERA, B. R.; MORAES, P. O.; LOPES, D. C. N. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos.** Archivos de Zootecnia. 58 (R): 59-85. 2009.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; PEREIRA, H. S.; PILOTTO, M. V. T. **Compostagem de resíduos de filetagem de pescado marinho e casca de arroz.** Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v.17, n.2, p.237-248. 2016.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G. MORAES, P. O.; PILOTTO, M. V. T.; PEREIRA, H. S. **Compostagem em pilhas e vermicompostagem no tratamento da mistura de cama de aviário e dejetos líquidos de bovinos leiteiros.** AUGMDOMUS, 6: 111-122. Asociación de Universidades Grupo Montevideo. ISSN:1852-2181. 2014.

VERAS, L. R. V.; POVINELLI, J. **A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano.** Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Eng. Sanit. Ambient. Vol. 9 – N° 3, 218-224. 2004.

ZHOU, C.; LIU, Z.; HUANG, Z. L.; DONG, M.; YU, X. L.; NING, P. **A new strategy for co-composting dairy manure with rice straw: Addition of different inocula at three stages of composting.** Waste Management, 40, 38-43. 2015.