

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

VÂNIA GASPERINI


**A UTILIZAÇÃO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM PARA  
TRATAMENTO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE  
EFLUENTES**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2018

VÂNIA GASPERINI



**A UTILIZAÇÃO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM PARA  
TRATAMENTO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE  
EFLUENTES**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios – Polo UAB do Município de Concórdia/ SC, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Márcia Antonia Bartolomeu Agustini.

MEDIANEIRA

2018



## TERMO DE APROVAÇÃO

A utilização do processo de compostagem para tratamento de lodo de estação de tratamento de efluentes

Por

**Vânia Gasperini**

Esta monografia foi apresentada às 14:00 do dia 11 de Agosto de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Polo de Concórdia, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Márcia Antônia Bartolomeu Agustini  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(orientadora)

---

Prof. Dr. Valdemar Padilha Feltrin.  
UTFPR – Câmpus Medianeira

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Renata Mello Giona  
UTFPR – Câmpus Medianeira

Dedico aos meus pais, esposo e filhos, que com muito carinho e apoio não mediram esforços permitindo que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Aos meus pais, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do curso de pós-graduação e durante toda minha vida.

Ao meu esposo por todo o incentivo e apoio.

A minha orientadora professora Dra. Marcia Antonia Bartolomeu Agustini pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Campus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Agradeço a empresa por disponibilizar as informações para a realização deste trabalho.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”. (CHARLES CHAPLIN).

## RESUMO

GASPERINI, Vânia. A utilização do processo de compostagem para tratamento de lodo de estação de tratamento de efluentes. 2018. 59. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

A geração de resíduos de forma desmedida sem oposição aos despejos em recursos hídricos e suas consequências negativas à saúde pública e ao meio ambiente esta fazendo com que o homem mude a sua forma de agir e busque novas alternativas para tratar seus resíduos. Através de uma pesquisa baseada em práticas e informações da empresa Farol Indústria e Comércio S.A localizada na região Oeste de Santa Catarina, objetivou-se demonstrar a viabilidade sócio-ambiental e econômica da aplicação do processo de compostagem para tratamento de lodo provenientes de estações de tratamento de efluentes. Utilizando o acompanhamento de laudos laboratoriais da empresa foi realizado um estudo comparativo com a legislação do Ministério da Agricultura afim de avaliar os padrões de qualidade do composto pronto. Os parâmetros analisados são parâmetros físico químicos, metais pesados e microbiológicos. Constatou-se quanto à segurança ambiental a estabilização e a higienização de lodo resultam em um produto seguro com inúmeras vantagens agrônômicas e atendem a padrões regulamentados pela legislação e bibliografia pertinente. O produto estabilizado o torna mais seguro ambientalmente, traz benefícios sociais e aumenta seu valor comercial, desta forma, a compostagem apresenta-se como uma técnica viável sócio ambiental, mas tornou-se questionável financeiramente.

**Palavras-chave:** Resíduos; Contaminantes; Composto; Estabilização; Qualidade.

## **ABSTRACT**

GASPERINI, Vânia. The use of the composting process for the treatment of sludge from effluent treatment plants. 2018. 59. Monograph (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

The generation of waste in an uncontrollable way, without opposition to the evictions in water resources and its negative consequences to the public health and the environment, made the man change his way of acting and look for new alternatives to treat his. Through a research based on practices and information of the company Farol Indústria e Comércio S.A located in the western region of Santa Catarina, the objective was to demonstrate the socio-environmental and economic viability of the application of the composting process for sludge treatment from effluent treatment plants. Using the monitoring of laboratory reports of the company, a comparative study was carried out with the legislation of the Ministry of Agriculture in order to evaluate the quality standards of ready compound. The analyzed parameters are physical chemical parameters, heavy metals and microbiological. Environmental safety has been found to stabilize and clean up sludge resulting in a safe product with numerous agronomic advantages and comply with standards regulated by legislation and relevant bibliography. The stabilized product makes it environmentally safer, brings social benefits and increases its commercial value, in this way, composting presents itself as a viable socio-environmental technique, but has become questionable financially.

Keywords: Waste; Contaminants; Compound; Stabilization; Quality



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da empresa .....	25
Figura 2 – Fases do processo .....	31

## LISTA DE TABELAS

Quadro 01: Data formação de lotes, coleta para laboratório e quantidade produzida .....	26
Quadro 2 – Análises parâmetros Físico-químicos.....	29
Quadro 3 – Análises parâmetros metais pesados.....	30
Quadro 4 – Análises parâmetros microbiológicos.....	30
Quadro 5 – Resultados análises parâmetros Físico-químicos.....	17
Quadro 6 – Limites máximos de contaminantes.....	20
Quadro 7 – Garantias mínimas de macronutrientes e micronutrientes.....	21
Quadro 8 – Parâmetros microbiológicos.....	21

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
2.1 FUNDAMENTOS DA COMPOSTAGEM .....	12
2.2 METODOLOGIA DA COMPOSTAGEM .....	15
2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPOSTAGEM.....	16
2.3.1 Temperatura.....	16
2.3.2 Aeração.....	17
2.3.3 Umidade.....	18
2.3.4 Tamanho da partícula.....	18
2.3.5 Relação Carbono/ Nitrogênio .....	19
2.3.6 pH.....	19
2.4 COMPOSIÇÃO E USO DO COMPOSTO ORGÂNICO.....	20
2.5 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	20
2.6 LODO .....	21
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>24</b>
3.1 LOCAL DA PESQUISA .....	24
3.2 TIPO DE PESQUISA.....	25
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	26
3.4 ANÁLISES DOS DADOS .....	26
3.4.1 Análises laboratoriais .....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
4.1. Caracterização do Processo de Compostagem Utilizado na Empresa .....	30
4.2 Viabilidade financeira .....	32
4.3 Viabilidade sócio-ambiental.....	33
4.4 Qualidade do adubo .....	35
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE(S) .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO(S).....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, o homem utiliza os recursos naturais, para as mais diversas finalidades, e, conseqüentemente, gera resíduos de forma desmedida. Os recursos naturais eram abundantes e a natureza aceitava sem nenhuma oposição os despejos (MOURA, 2008). Porém, a percepção de que os recursos naturais e a capacidade de dispersão dos resíduos eram limitados, fez com que o homem começasse a mudar sua forma de agir e buscasse novas possibilidades de dispor /e ou tratar os seus resíduos.

A ausência do tratamento adequado dos efluentes líquidos, de qualquer que seja a atividade traz diversos danos à saúde pública e ao meio ambiente. O lançamento de esgotos em rios causa além de poluição visual, danos à flora e fauna aquática. Para tanto, é imprescindível o tratamento de efluentes líquidos, como forma de contribuição e preservação do meio ambiente.

A compostagem é uma forma de tratamento biológico da parcela orgânica dos resíduos que permite reduzir o volume e promover a transformação destes, em compostos utilizáveis na agricultura, como condicionante do solo. Salienta-se que todo o processo envolve uma população bastante heterogênea de microrganismos, bactérias, fungos e cada fase é caracterizada pela ação principal destes numa certa temperatura (DAI PRA, *et al.*, 2009).

Logo, para se obter êxito na instalação de empreendimentos, como a implantação de uma nova cultura/criação ou a incorporação de novas máquinas e equipamentos no processo de produção existente, ou mesmo na mudança desses processos produtivos, é necessário considerar alguns instrumentos administrativos, tais como a orçamentação e a análise da viabilidade econômica. Assim, antes de se adotar uma nova tecnologia, faz-se necessário o pleno conhecimento da eficiência tecnológica e econômico-financeira de todo o processo (SCHERER *et al.*, 2009, p. 09).

De acordo com Scherer *et al.*, (2009, p. 09), para a implementação desta prática há necessidade de se avaliar todas as fases do processo de compostagem visando à obtenção de um composto com melhor qualidade a um menor custo.

Além da visão econômica e agrônômica do processo de compostagem, deve-se considerar também a viabilidade ambiental, pois com o processo de compostagem se minimizam os riscos de poluição e contaminação ao meio ambiente.

Desta forma, este trabalho buscou avaliar a viabilidade econômica e sócio-ambiental do processo de compostagem do lodo produzido por uma Estação de Tratamento de Efluentes – ETE, instalada na região Oeste de Santa Catarina (SC), bem como, considerar as vantagens da aplicação do processo de compostagem e os benefícios da aplicação do adubo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 FUNDAMENTOS DA COMPOSTAGEM

A crescente preocupação com os problemas ambientais associadas à escassez de recursos naturais levou o homem a buscar novas soluções para destinar os resíduos produzidos. Dentre as opções está a compostagem, ou seja, a transformação dos resíduos orgânicos (LIMA, 2004).

Composto é a denominação dada ao fertilizante orgânico resultante do processo de compostagem (LIMA, 2004). Esta, compreende a transformação dos resíduos orgânicos, através de processos físicos, químicos e biológicos, em uma matéria biogênica mais estável e resistente à ação das espécies consumidoras (LIMA, 2004).

Para Zuconi e Beroldi (1987) apud Oliveira (2008) a compostagem ocorre naturalmente no ambiente e diz respeito decomposição, porém está associada com a manipulação do material pelo homem, que através da observação do que acontecia na natureza desenvolveu técnicas para acelerar a decomposição e produzir compostos orgânicos que atendessem rapidamente as suas necessidades. O termo composto orgânico pode ser aplicado ao produto compostado, estabilizado e higienizado, que é benéfico para a produção vegetal.

Segundo Dai Prá *et al.*, (2009) pode-se definir compostagem como um método de decomposição de material biodegradável existente nos resíduos, sob condições adequadas, de forma a obter um composto orgânico para utilização na agricultura. Esse processo além de diminuir volume e concentrar nutrientes, fornece um produto para ser utilizado na melhoria das condições físicas e químicas do solo.

Andreoli *et al.*, (1999) apud Filho (2011) definem a compostagem como:

*“Um processo biológico de degradação da matéria orgânica. Os microrganismos degradam a matéria orgânica contida no lodo puro ou em mistura com outros resíduos orgânicos (palhas, serragem, resíduos de jardinagem e podas de jardins, parques e praças, parte orgânica do lixo urbano, etc.) em processos exotérmicos que geram calor e conseqüentemente aumentam a temperatura das leiras”.*

Ainda segundo Dai Prá *et al.*, (2009) a compostagem é um processo de reciclagem aonde os resíduos retornam ao sistema produtivo na forma de matéria-prima. Assim a compostagem é um método promissor para tratamento, já que estabiliza o produto e oferece segurança para utilização na adubação.

A compostagem, ou seja, a arte de fazer compostos orgânicos do lixo, embora seja uma prática remota, segue atualmente como extravasamento do modo de pensar do homem moderno (LIMA, 2004). O processo de compostagem foi utilizado, na antiguidade, pelos orientais que faziam uso intensivo de compostos orgânicos na produção de cereais. As técnicas empregadas eram artesanais e fundamentavam-se na formação de leiras ou montes de resíduos, que ocasionalmente eram revolvidos. Após cessar o processo de fermentação. O composto resultante era incorporado ao solo, o que favorecia o crescimento dos vegetais (LIMA, 2004).

Metcalf e Eddy (1991) apud Filho (2011) complementa que:

*“A compostagem constitui uma alternativa econômica e ambientalmente correta para a estabilização de resíduos orgânicos industriais e de estações de tratamento, com possibilidade de aproveitamento agrônomo desses resíduos. A reciclagem agrícola do lodo de esgoto no Brasil se faz necessária para a reposição do estoque de matéria orgânica dos solos, devido ao intenso intemperismo das nossas condições climáticas”.*

O avanço da tecnologia associado às mudanças econômicas e sociais ocorridas nas últimas décadas contribuem para o aprimoramento e racionalização dos sistemas de produção de composto de resíduos orgânicos. Desta forma, observam-se sensíveis modificações nos atuais sistemas instalados, muitos deles, inclusive, totalmente operados e controlados por computadores (LIMA, 2004).

Para Corrêa e Corrêa (2012), a complexidade do processo de compostagem ocorre devido a sucessão de diferentes populações microbianas durante o processo, promovendo a degradação biológica devido a intensa

atividade microbiológica, estando presente no processo bactérias, fungos e actinomicetos.

No processo de compostagem a matéria orgânica atinge dois estágios: a digestão, que ocorre em primeiro lugar, corresponde à fase de fermentação na qual a matéria alcança a bioestabilização. O segundo estágio é a maturação, a qual a matéria atinge a humidificação (LIMA, 2004).

Salienta-se que a compostagem é um processo exotérmico, ou seja, na decomposição aeróbica, a ação dos microrganismos depende de condições favoráveis de temperatura, umidade, aeração, pH e nutrientes. Normalmente, a aeração é o fator mais importante a ser considerado, e quanto mais úmidos estiverem os substratos mais deficiente será sua oxigenação, determinando que providências sejam tomadas para reduzir a umidade e aumentar a temperatura (SCHERER *et al.*, 2009, p. 09). Havendo o controle adequado da ventilação e da umidade, o processo de compostagem pode transformar grandes quantidades de matéria orgânica em composto orgânico num espaço de tempo relativamente curto.

Os métodos de compostagem variam de sistemas particularmente artesanais, até sistemas complexos, onde os fatores interferentes são monitorados e controlados com relativa precisão. Kiehl (1985) classificou os sistemas de compostagem também quanto ao tempo. Neste caso os processos são lentos ou acelerados. Os sistemas de compostagem, segundo Fernandes (2000), agrupam-se em três categorias:

a) **Sistemas de leiras revolvidas (*Windrow*)**: A mistura de resíduos é disposta em leiras, sendo a aeração fornecida pelo revolvimento dos materiais e pela convecção do ar na massa do composto.

b) **Sistema de leiras estáticas aeradas (*Static pile*)**: A mistura é colocada sobre tubulação perfurada que injeta ou aspira o ar na massa do composto. Neste caso não há revolvimento mecânico das leiras.

c) **Sistemas fechados ou reatores biológicos (*In-vessel*)**: Os materiais são colocados dentro de sistemas fechados, que permitem o controle de todos os parâmetros do processo de compostagem.

É importante considerar que a compostagem pode reaproveitar resíduos que antes iriam para aterros ou incineradores, logo, ser considerada como um complemento às formas tradicionais de reciclagem. A compostagem recicla os



resíduos orgânicos e os devolve ao solo, aumenta a fertilidade deste, ajuda no controle da erosão, restaura alagados e purifica a terra através da correção ecológica do solo (LIMA, 2004).

Sabe-se que a utilização de fertilizantes é recriminada por grande parcela da população, o que contribui para a propagação dos compostos orgânicos na produção de alimentos. Lima (2004) destaca que em condições naturais, os vegetais, para sobreviverem, necessitam de certos elementos, além do nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), e o composto orgânico tem esses elementos naturais. Essa mudança nos hábitos provocou estímulo na agricultura, o que tornou o composto produzido, a partir dos resíduos orgânicos mais uma alternativa viável e conciliatória dos dois grandes problemas mundiais: a fome e a poluição do solo.

O composto produzido a partir dos resíduos orgânicos não representa, necessariamente, uma solução final para os problemas de escassez de alimentos ou de saneamento ambiental, mas pode contribuir significativamente como um elemento redutor de danos causados pela disposição desordenada do lixo no meio urbano, além de propiciar a recuperação de solos agrícolas exauridos pela ação de fertilizantes aplicados indevidamente (LIMA, 2004). Portanto, de muitas formas, a compostagem fecha o ciclo da reciclagem e contribui positivamente com o meio ambiente.

## 2.2 METODOLOGIA DA COMPOSTAGEM

O processo de compostagem, seja ele de lixo doméstico, industrial ou agrícola, é constituído de duas fases distintas: o tratamento físico e o tratamento biológico.

Lima (2004) destaca que o tratamento biológico consiste na fermentação dos resíduos pela ação dos microrganismos presentes, ou inoculados pela adição de lodo. Em geral, estimula-se um processo aeróbio, por ser mais rápido e isento de mau cheiro. Vale lembrar que o processo pode ser aeróbio, anaeróbio ou misto. Assim, a escolha do processo deve ser definida através de estudos sobre as características do composto.

Kiehl (1985), completa que o processo de compostagem acelera a decomposição que ocorre em melhores condições, pois promove a estabilização da matéria orgânica que na natureza acontece em prazo indeterminado, visto á dependência de vários fatores. O processo se desenvolve dá através, principalmente, através da ação de microrganismos responsáveis pela decomposição química e pela ação da fauna macroscópica como minhocas, besouros e formigas. O resultado final é a completa estabilização da matéria orgânica na forma de húmus.

## 2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPOSTAGEM

A compostagem sofre influência de inúmeros fatores, desde a dimensão das partículas até a forma de empilhamento do composto. Prá (2009), cita que os principais fatores que influenciam são: a temperatura, aeração, umidade, microrganismos, dimensão da partícula e relação carbono/nitrogênio, pH e homogeneização.

### 2.3.1 Temperatura

A faixa de temperatura ideal para a compostagem varia entre 23° e 70° C. Temperaturas inferiores a 37° C tornam o processo mais lento, além de não eliminar as sementes e ovos viáveis presentes na massa. Temperaturas acima de 60° C podem inibir o processo ou cessa-lo rapidamente, considerando que a compostagem é um processo de reações que requerem a presença de enzimas e a ação delas é limitada pela temperatura (LIMA, 2004).

A temperatura, durante a compostagem, está relacionada com a oxigenação que garante equilíbrio biológico e eficiência do processo. Com a manutenção da temperatura entre 40°C e 60°C desenvolve-se uma população microbiana diversificada que estimula competição entre espécies, o aumento da degradação da matéria orgânica e a eliminação dos produtos patogênicos. (Dai Prá *et al*, 2009).

BERNAL *et al.*, (1998); TRAUTMANN e OLYNCIW, (2005) apud OLIVEIRA *et al.*, (2008) a temperatura sofre uma variação que é identificada por quatro fases, sendo elas:

- Fase mesofílica: é a fase inicial com temperaturas moderadas até 40°C, com duração média de dois a cinco dias.
- Fase termofílica: é a fase que o composto atinge temperaturas acima de 40°C e é degradado rapidamente.
- Fase de resfriamento: as temperaturas sofrem queda até se chegarem na temperatura ambiente.
- Fase de maturação: é o período de estabilização do composto, onde o mesmo está estabilizado, humidificado e não oferece riscos de toxicidade.

Para Leite (2015) na fase termofílica ocorre a máxima atividade microbiológica e onde ocorre a remoção dos patógenos, devendo ser mantida em toda a etapa de estabilização da matéria orgânica. Segundo o autor temperaturas acima de 65°C devem ser evitadas por causarem a redução da atividade dos microrganismos, tornando o tempo de compostagem mais longo.

### 2.3.2 Aeração

Para manter a integridade biológica, o processo de compostagem via aeróbia exige um fluxo permanente de ar dirigido para o interior da massa. Em sistemas abertos, a aeração é mantida pelas condições naturais de contorno, visto que a atividade aeróbia se processa regularmente em sistemas exotérmicos ou naqueles onde a troca de calor é facilitada. Nos processos anaeróbios, o oxigênio é inibitório (LIMA, 2004). A aeração contribui para o aumento da velocidade de oxidação da matéria orgânica, para a diminuição da emissão de odores e atua no controle da temperatura. Em excesso pode diminuir a atividade microbiana e prejudicar a destruição de patógenos. (TORRES DE CARVALHO, 2002 apud LEITE, 2015).

### 2.3.3 Umidade

É importante acrescentar que os processos bioquímicos de decomposição exigem água. Assim, na compostagem, a faixa de umidade deve ser mantida na faixa de 40 a 60% em peso seco da matéria orgânica decomponível. Teores abaixo de 40% retardam o processo por inibir a atividade biológica. Por outro lado, a umidade acima de 60% torna o meio anaeróbico por baixar o potencial de oxi-redução, reduzindo a eficiência do processo, pelo estímulo a concorrência microbológica. Assim, quanto maior a presença de água, maior a presença de chorume e o excesso de água reduz o valor comercial do composto (LIMA, 2004).

Pereira Neto (2007) apud Leite (2015) completa que anaerobiose causada pela umidade causa gases fétidos, atrai vetores e produz líquidos lixiviados, comprometendo o local e o processo.

Leite (2015) acrescenta que o excesso de umidade pode ser controlado por revolvimentos frequentes, aeração forçada e pela incorporação de materiais primas com baixa umidade. Por outro lado, a compostagem com materiais com baixo teor de umidade deve ser balanceada com água ou com adição de produtos com alto teor de umidade.

### 2.3.4 Tamanho da partícula

O uso de sistemas mecânicos para reduzir os resíduos à partículas menores exerce grande influência no processo de compostagem, por aumentar a superfície disponível para o ataque microbológico, reduzindo a fermentação, além de tornar o composto mais homogêneo (LIMA, 2004).

Para Leite (2015) o tamanho da partícula interfere diretamente no processo de compostagem, pois quanto menor a partícula, menor a superfície de contato e mais rápida ocorre a decomposição, além de que materiais muito finos trazem problemas de aeração, compactação e encharcamento.

Daí Prá (2009) recomenda partículas do tamanho entre 20 a 80 milímetros. Segundo o autor, partículas fora do recomendado pode permitir compactação do composto e favorecer a anaerobiose, devido a formação de

caminhos preferências para a passagem de ar, interferindo na qualidade do composto.

### 2.3.5 Relação Carbono/ Nitrogênio

A relação carbono/nitrogênio serve como indicador de fases. No início do processo deve ser da ordem de 30:1 e no final de 10:1. O carbono representa o material energético necessário para ativação do processo da síntese celular, e o nitrogênio o material básico para a constituição da matéria celular sintética (LIMA, 2004).

Shammaas e Wang (2007) apud Leite (2015) afirmam que a relação C/N ideal para a compostagem de lodo de esgoto deve estar na faixa de 25 a 35:1.

Oliveira *et al.*, (2008), afirma que a quantidade apropriada de nitrogênio e carbono favorece o crescimento e a atividade das colônias de microrganismos envolvidos no processo de decomposição possibilitando a produção do composto em menos tempo.

Leite (2015) aconselha à aplicação de compostos maturados no solo com relação C/N menores que 20, para que não ocorra a imobilização do nitrogênio do solo pelos microrganismos e falte nutrientes para as plantas.

### 2.3.6 pH

Para a maioria das bactérias o seu desenvolvimento ocorre melhor na faixa de pH próximo a neutralidade (6,5 a 7,5) (Correa, *et al.*, 2012). O valor de Ph é um indicativo de estabilidade de biomassa, pois devido a consequência da decomposição das proteínas e pela eliminação de CO<sub>2</sub> que formam matéria orgânica húmica com reação alcalina (Dai Prá, 2009).

Fernandes e Silva (2000) apud Leite (2015) consideram que como o pH dos lodos de esgoto é próximo a 7,00 o processo de compostagem ocorre muito bem utilizando este material, mesmo com a incorporação de bagaços de cana, resíduos de poda de árvores e cascas de processamento de algodão.

## 2.4 COMPOSIÇÃO E USO DO COMPOSTO ORGÂNICO

O composto orgânico, qualquer que seja o processo utilizado, apresenta uma composição com pequenos teores de nitrogênio, fósforo e potássio (em torno de 1%) e praticamente 50% da matéria orgânica humificada (SILVA, 2000).

Segundo Inácio e Muller (2009), o composto orgânico tem como componentes a matéria orgânica parcialmente estabilizada, substâncias húmicas e elementos minerais, ou seja, uma combinação capaz de condicionar favoravelmente a fertilidade do solo para o plantio.

De acordo com Silva (2000), são muitas as vantagens da utilização do composto orgânico, dentre os quais convém destacar:

- É a melhor fonte de matéria orgânica humidificada;
- Substitui o húmus natural do solo;
- Aumenta a capacidade de retenção de água e ar no solo;
- Possibilita a formação de flora de microrganismos no solo;
- Melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo;
- Aumenta porosidade do solo, tornando mais arável;
- Assegura a conservação da umidade e protege contra a evaporação, o frio e o calor;
- Por ser sanitizado, é empregado diretamente nas plantações e eleva a produtividade agrícola;
- Restabelece as condições ecológicas locais.

A qualidade dos produtos gerados por uma atividade vital como a agricultura está diretamente vinculada ao conceito de sustentabilidade e a todos os seus desdobramentos (ANDREOLLI, 1999).

## 2.5 RESÍDUOS SÓLIDOS

Corrêa *et.al.*, (2012) define resíduos como:

*“Resíduos sólidos podem ser entendidos como qualquer tipo de material, substância, objeto ou bem, resultantes de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe*

*proceder ou se está obrigada a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes ou líquidos cujas as particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível...”*

A Norma Brasileira ABNT NBR 10.004 - Resíduos Sólidos- Classificação revisada em 2004 (*apud* LORA, 2002, p. 401), define resíduos sólidos como:

*“Todos os resíduos no estado sólido ou semi- sólidos resultantes das atividades industriais, ficando incluídos nesta definição os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exija, para isso, soluções técnicas e economicamente viáveis, em face da melhor tecnologia disponível”.*

A Política Nacional dos resíduos sólidos – Lei 12.305 de 2010 em seu artigo 3º item X determina que o gerenciamento de resíduos sólidos é um conjunto de ações que direta ou indiretamente envolvem as etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. No item XI trata da gestão integrada de resíduos sólidos que é um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;

Segundo Valle (2009, p. 97), “o termo resíduo não engloba somente os sólidos, como também os efluentes líquidos e os materiais e substâncias presentes em emissões atmosféricas”.

## 2.6 LODO

Encontrar um destino sustentável para o lodo ainda é um desafio para as empresas geradoras e seus colaboradores. Muitas vezes, o envio do resíduo

para um aterro sanitário torna-se a maneira mais prática de solucionar a questão do destino, mas esta via nem sempre se mostra a mais econômica, a mais segura ou a melhor escolha do aspecto ambiental (KIEHL, 1985).

O lodo, resultante do tratamento de efluentes, é um grande problema ambiental urbano da atualidade, e de importância crescente, pois a sociedade já se conscientizou do valor econômico dos nossos recursos hídricos e, portanto, da necessidade de preservá-los, bem como do anseio da população por melhores condições sanitárias (ANDREOLLI, 1999).

Em vista disso, a compostagem, quando possível, constitui uma das melhores soluções para atenuar ou eliminar os fatores indesejáveis do lodo de esgoto. Por meio dela, ocorrem as seguintes modificações no material primário: conversão biológica da matéria orgânica putrescível para uma forma estabilizada, destruição de patógenos, redução da umidade, remoção de sólidos voláteis e produção de uma substância que possa ser utilizada na agricultura sem restrições (KIEHL, 1985).

Existem ainda várias alternativas tecnicamente aceitáveis para o tratamento de lodo. A mais comum envolve a digestão anaeróbia que pode ser seguida pela destinação final em aterros sanitários exclusivos, seguida de alternativas com disposição em superfície, a disposição oceânica, lagoas de armazenagem, a incineração ou a reciclagem agrícola. Esta última tem se destacado, a nível mundial pois, do ponto de vista técnico, econômico e ambiental, viabiliza a reciclagem de nutrientes, promove melhorias físicas, especialmente na estruturação do solo e apresenta uma solução definitiva para a disposição do lodo (ANDREOLLI, 1999).

Salienta-se que o uso agrícola do lodo diminui a necessidade de fertilizantes nitrogenados, de alto custo energético, e dos fosfatados, cujas jazidas minerais brasileiras apresentam baixa concentração de  $P_2O_5$  (ANDREOLLI, 1999). O uso agrônômico do lodo, como fonte de matéria orgânica e nutrientes para as culturas, respeitando-se as exigências normativas estabelecidas pelos órgãos fiscalizadores, não tem desapontado seus geradores tampouco seus receptores (KIEHL, 1985).

Acrescenta-se que a fração orgânica do lodo confere melhor estruturação aos agregados do solo, tornando-o mais resistente à erosão. Do ponto de vista químico, o estoque de húmus chega a representar, em alguns solos, até 80% da



capacidade catiônica, fator diretamente ligado à produtividade agrícola e à melhoria do coeficiente de eficiência dos fertilizantes minerais utilizados. Do ponto de vista microbiológico, sendo uma fonte de alimentos para microrganismos, o lodo pode reequilibrar os microrganismos do solo e tornar as plantas mais resistentes aos fitopatógenos, o que poderia reduzir o consumo de pesticidas (ANDREOLLI, 1999).

A reciclagem agrícola deve, necessariamente, estar condicionada às regras que definam as exigências de qualidade do material a ser reciclado e aos cuidados exigidos pela estabilização, desinfecção e normas de utilização que incluam as restrições de uso. Devem também, estabelecer características do local onde o lodo será reciclado, com referências principalmente no que diz respeito a distância de aglomerados urbanos, declividade, pH, CTC, distância de corpos d'água e uso do solo. Assim, a regulamentação de uso é um pré-requisito básico para a utilização desta prática que apresenta grandes dificuldades para sua correta definição, de forma a garantir o uso seguro sem, contudo, inviabilizar o processo pelo excesso de exigências (ANDREOLLI, 1999).

Algumas características tornam o lodo um material agronomicamente interessante para aplicação no solo: em primeiro lugar, a concentração de nitrogênio e fósforo, por ser mais acentuada em alguns casos, chega a suprir totalmente as exigências de algumas culturas; em segundo lugar, ao se decompor, a matéria orgânica tende a se transformar em uma substância mais estável, homogênea, de odor mais suave, de cor escura, conhecida por húmus. Uma das principais funções do húmus é modificar as propriedades físicas do solo. Desta maneira, aumenta-se a capacidade de retenção de água e nutrientes, melhora-se a estrutura e a aeração. Além disso, a presença de húmus no solo pode aumentar o aproveitamento dos fertilizantes minerais aplicados (KIEHL, 1985).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida na unidade da empresa Farol Indústria e Comércio S.A situada na Linha 8 de maio, zona rural, Concórdia, SC. Sendo as coordenadas UTM: longitude 386675.00 mE e latitude 6988880.00 mS (Figura 01).



**Figura 01:** Localização geográfica

**Fonte:** Google Earth, acesso em 08 de maio de 2018.

Localizada à 16 Km da cidade de Concórdia, em uma região agrícola, seu entorno possui pequenas propriedades rurais com características de produção familiar, com economia baseada em reflorestamento de Eucalipto, plantações de milho, suinocultura e bovinocultura.

A empresa atua desde o ano de 2009 na atividade de fabricação de adubos orgânicos mediante o processo de compostagem automatizada utilizando serragem, cama de aviário e lodo de estação de tratamento de efluentes.

O local é composto por 4 setores que são: setor de recepção de matéria-prima, setor incorporação de lodo, setor de maturação, e setor de expedição.

A Farol Indústria e Comércio S.A é uma empresa que atua no ramo de reciclagem animal, com fabricação de farinhas e óleos derivados de sub produtos oriundos de frigoríficos. Atua nos estados de Santa Catarina e Paraná, atualmente com 8 plantas industriais instaladas.

Em 2009 expandiu seus negócios para o setor de tratamento de resíduos orgânicos oriundos de estações de tratamento de efluentes industriais, utilizando-se da compostagem e posterior comercialização do adubo produzido.

Atualmente a empresa possui 5 funcionários no local e possui uma área de 40.000 m<sup>2</sup> dividida entre reflorestamento e área fabril. A unidade de compostagem ocupa aproximadamente 7.000 m<sup>2</sup>. Sua capacidade de produção é de 500 toneladas/mês de adubo, sendo seu processamento diário de 20 toneladas de lodo.

Os resíduos processados na unidade é lodo de estações de tratamento de efluentes, e esporadicamente processado resíduos de varredura e farinhas fora de padrão de comercialização da empresa.

As materiais primas utilizadas para o processo são serragem (90%), cama de aviário (5%) e cinza (5%). Sendo a serragem adquirida de serrarias da região, a cama de aviário de produtores próximos, utilizando o sistema de troca para esta compra (recebe a cama de frango e o pagamento é realizado com a entrega de adubo) a unidade recebe a cinza que é proveniente da matriz da empresa resultae da queima de biomassa em caldeiras.

### 3.2 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa utilizada é a descritiva qualitativa e quantitativa com coleta de dados realizada por meio de levantamento de informações de recebimento de matéria – prima e saída do composto orgânico com controles operacionais, descrição de características do adubo e controles ambientais.

Utilizou-se de pesquisa bibliográfica por meio de livros, documentos impressos, e foi desenvolvida juntamente com a pesquisa- ação, utilizando-se

de diferentes técnicas de coleta de dados, dentre elas a observação, análise de conteúdo e questionários aplicados para coleta de dados.

### 3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A análise da viabilidade ambiental do tratamento do lodo através do processo de compostagem foi realizada mediante observação indireta e consultas bibliográficas sobre o tema. Por sua vez, a viabilidade econômica do processo foi avaliada por meio de questionários internos (apêndice A), entrevistas e acompanhamento de relatórios de produção.

Para a demonstração das vantagens da aplicação do processo de compostagem foi realizada observação in loco, registros fotográficos e revisão bibliográfica.

A fim de justificar os benefícios sociais com o uso da compostagem foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o assunto.

A avaliação dos benefícios agrícolas da utilização do adubo produzido através do processo de compostagem foi realizada por meio de acompanhamentos de análises laboratoriais que indicam a qualidade do adubo.

### 3.4 ANÁLISES DOS DADOS

A análise de dados aconteceu por meio de discussões de teorias e dados levantados por meio de bibliografias e estudos de casos, com visitas técnicas e aplicação de questionário e coleta de informações de controles internos da empresa.

#### 3.4.1 Análises laboratoriais

O período escolhido para a realização deste estudo foi o período em que a Farol possuiu o registro junto ao Ministério da Agricultura para produção e

comercialização do composto, sendo portanto, de Outubro de 2015 a Fevereiro de 2017.

Devido aos altos custos a empresa encerrou o seu registro de produtora de fertilizantes orgânicos junto ao MAPA. Estes custos estavam relacionados a manutenção de um responsável técnico (engenheiro agrônomo) e análises laboratoriais para controle de qualidade, sendo estas terceirizadas para laboratórios credenciados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. O estudo baseou-se na realização de acompanhamento dos laudos laboratoriais internos dos parâmetros analisados para garantir a qualidade do produto seguindo as Instruções Normativas do Ministério da Agricultura e Abastecimento – MAPA, afim de avaliar os padrões que regem as garantias para comercialização do produto.

Os parâmetros analisados para cada lote de produto são: Nitrogênio total, fosforo, potássio, carbono orgânico, CTC, relação CTC/C, relação C/N, enxofre, boro, cálcio, cloretos, sílica, pH, umidade, cobalto, cobre, ferro, magnésio, manganês, molibdênio, zinco, arsênio, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, selênio, ovos viáveis de helmintos, salmonela e coliformes termotolerantes.

A unidade possui o monitoramento diário da temperatura, mas não possui planilha de controle para tal, afim de garantir a higienização do lodo no que se refere aos parâmetros microbiológicos quando expostos a altas temperaturas. Já a análise de parâmetros físico químicos, metais pesados e microbiológicos, como já citado é realizado por laboratório contratado registrado junto ao Ministério da Agricultura.

O laboratório contratado responsável pelos laudos físico-químicos, metais pesados e microbiológicos são os laboratórios pertencentes a Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, situado em Criciúma/ SC.

No quadro 01 seguem as datas de controle de formação de lotes e conclusão, as datas de coleta de amostra para laboratório e a quantidade de adubo produzida em m<sup>3</sup> no período.

A frequência de coleta para envio para análise ocorre uma vez a cada lote.

**Quadro 01:** Data formação de lotes, coleta para laboratório e quantidade produzida

Lotes	Início	Fim	Coleta laboratório	Quant. (m <sup>3</sup> )
Lote 01	04/10/2015	08/02/2016	07/03/2016	3584,00
Lote 02	08/02/2016	10/06/2016	12/07/2016	2810,00
Lote 03	09/05/2016	16/09/2016	19/09/2016	2020,00
Lote 04	19/09/2016	20/01/2017	25/01/2017	3740,00

A coleta do composto para montagem da amostra é realizada por funcionário da empresa seguindo as orientações repassadas pelo laboratório. Segundo o funcionário é realizado coleta em 20 pontos para a montagem da amostra.

Os parâmetros físicos químicos analisados e os métodos analíticos aplicados estão apresentados no quadro 02 abaixo:

**Quadro 02:** Análises parâmetros Físico-químicos

Aspecto	Parâmetros	Métodos analíticos
Físico-Químico	Nitrogênio total	Kjeldahl – Liga de Raney
	Fosforo total	Gravimétrico – Quimociac
	Potássio	Espectrof. De Abs. Atômica – chama
	Carbono orgânico	Oxidação – K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
	CTC	Volumétrico – NaOH
	Relação CTC/C	Cálculo CTC/C
	Relação C/N	Cálculo C/N
	Enxofre total	Gravimétrico – H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /KOH
	Boro Total	Colorimétrico Curcumina
	Cálcio Total	Espectrof. De Abs. Atômica chama
	Cloretos	Cromatografia Iônica
	Silica	Colorimétrico
	Ph	Potenciométrico
Umidade	Gravimétrico	

No quadro 03 apresenta-se os parâmetros relacionados a metais pesados e os métodos aplicados para sua determinação.

**Quadro 03:** Análises parâmetros metais pesados

<b>Aspecto</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Métodos analíticos</b>
Metais Pesados	Cobalto	Espectrof. De Abs. Atômica – chama
	Cobre	
	Ferro	
	Magnésio	
	Manganês	
	Molibdênio	
	Zinco	
	Arsênio	Espectrof. De Abs. Atômica - GH
	Cadmio	Espectrof. De Abs. Atômica – chama
	Chumbo	
	Cromo	
	Mercúrio	Espectrof. De Abs. Atômica - VF
	Níquel	Espectrof. De Abs. Atômica – chama
	Selênio	Espectrof. De Abs. Atômica – GH

Afim de acompanhar se o processo de higienização do lodo está sendo eficaz, são realizados acompanhamentos dos parâmetros microbiológicos descritos na quadro 04 abaixo.

**Quadro 04:** Análises parâmetros microbiológicos

<b>Aspecto</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Métodos analíticos</b>
Microbiológico	Ovos viáveis de Helmintos	EPA/625/R-92/013
	Pesquisa Salmonella	ISO 6579:2002/Cor 1:2004
	NMP Coliformes Termotolerantes	ISO 7251/2005

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização do Processo de Compostagem Utilizado na Empresa

O processo de compostagem utilizado na unidade é mecanizado. A unidade faz uso de três equipamentos revolvedores e uma carregadeira para transportar o adubo e a matéria-prima, além de possuir equipamentos para beneficiamento e ensaque do fertilizante.

O lodo recebido na unidade para tratamento é resultante do processo de flotação nas estações de tratamento de efluentes. Este apresenta-se no estado centrifugado, passando por centrifugas para concentrar a parte sólida.

A figura 2 apresenta a descrição das fases do processo de compostagem.



**Figura 02:** Fases do processo de compostagem: recebimento de serragem (2a), tula de recebimento de lodo (2b) (2c), caçamba distribuidora de lodo (3d), lodo distribuído sobre os vãos de compostagem (2e), equipamento revolvedor (2f), vãos de compostagem (2g), composto em maturação (2h) e equipamentos beneficiamento e ensaque (2i).

**Fonte:** elaborado pelo autor.



O lodo é descarregado em uma moega de recepção (figuras 2a e 2b), posteriormente com auxílio de roscas transportadoras que saem da moega é encaminhado para uma caçamba de distribuição (figura 2d). A serragem é adquirida de serrarias próximas, conforme a necessidade de utilização. É utilizado trator carregadeira (figura 2a) para a montagem das leiras dentro dos vãos de compostagem.

O barracão da fase de impregnação é dividido em 4 leiras. Cada leira de compostagem (figura 2g) possui 70m de comprimento x 3,20m de largura e altura de 1,30m, com capacidade diária de tratar 20m<sup>3</sup> de lodo. Alturas inferiores a 1m não são recomendadas devido à dificuldade em manter a temperatura da pilha.

Diariamente, uma leira recebe a quantidade total de lodo. Este processo é realizado mecanicamente com o transporte de lodo por roscas até a caçamba de distribuição (figura (2d). Controlada pelo operador, a caçamba é encaixada no vão e fará a distribuição sobre o leito de compostagem (figura 2e).

Após a completa distribuição do lodo sobre a serragem é utilizado o equipamento revolvedor (figura 2f) para efetuar a incorporação do lodo na serragem. Após a incorporação a massa de compostagem atinge temperaturas entre 45° e 65° e nos meses mais quentes chegando a 75°C. Posteriormente aos 30 dias de recepção de lodo, conhecida como fase de impregnação, o material é transferido para outro barracão para a fase de maturação. Na fase de maturação (figura 2h) o barracão possui as dimensões de 130m de comprimento x 17m de largura, com pé direito de 10m de altura afim de facilitar a passagem do vento para auxiliar na secagem do composto. Nesta fase o composto é depositado em grandes pilhas e posterior montagem de leiras menores para facilitar o revolvimento para chegar no teor de umidade ideal para comercialização. O produto fica nesta fase por mais 90 dias, após este período são coletadas amostras do produto para análise em laboratório contratado e com registro junto ao MAPA e, posteriormente é encaminhado para o setor de beneficiamento (figura 2i) para peneiramento afim de separar as partículas grosseiras do produto, após é embalado ou carregado a granel, conforme a solicitação do comprador.

O tempo médio para a formação dos lotes é de 120 dias. Para cada lote é controlado diariamente a temperatura, também é realizado teste manual pelos

operadores para verificar a umidade. Os operadores pressionam um bolo de massa na palma da mão, caso escorra líquido entre os dedos é um fator que representa a umidade elevada, sendo necessário incorporação de material estruturante ou pausa na dosagem de lodo para chegar os níveis adequados.

#### 4.2 Viabilidade financeira

No período que compreende o estudo (2016 e 2017) o valor cobrado pela unidade para tratamento de lodo era de R\$ 80,00/tonelada.

Os custos de operação e manutenção do processo são elevados segundo o gestor da unidade. A serragem representa o maior custo, sendo comprada no valor de R\$ 25,00/m<sup>3</sup>. Como é um material de fácil degradação, chega a obter índices de 50% de redução do volume inicial, sendo necessário frequentes reposições de material para manter os índices de umidade de acordo.

Outro fator considerado crítico pelo gestor entrevistado é sobre a venda do produto. Não se tem mercados com características de produção orgânica localizados na região. A localização da empresa é em uma região com muitos suinocultores e avicultores que conseqüentemente pela atividade possuem disponibilidade de adubação por esterco de suínos e aves elevada e sem custo.

A venda deste produto para regiões distantes e com características de produção orgânica ainda é inviabilizada pelo valor do frete.

A maior parte do produto produzido acaba sendo destinado para áreas de reflorestamento da própria empresa, uma pequena parcela é doada para entidades sociais. O restante é realizado o sistema troca- troca em relação a compra de cama de frango utilizado no sistema de compostagem. O produtor entrega a cama de frango e pelo pagamento recebe o adubo produzido na unidade.

O valor comercializado do produto é de R\$ 35,00 /tonelada. Desta forma, a unidade não tem lucro com a comercialização, sendo muitas vezes as despesas custeadas pela matriz da empresa, principalmente quando se refere a reparos na estrutura e a substituição de peças dos equipamentos revolvedores, já que devido ao elevado atrito causado pelo revolvimento da massa em compostagem, o desgaste das peças ocorre rapidamente.

Em comparação com o estudo realizado por Dal Moro *et.al*, (2012) em que os autores descrevem sobre a Análise de viabilidade econômica de um sistema de compostagem acelerada de resíduos sólidos urbanos com capacidade para 30 ton/dia, o mesmo demonstrou viabilidade econômica tanto na implantação quanto na operação do sistema. Neste estudo o tempo médio para a produção do adubo é mais curto, sendo de 40 dias em média, desta forma, a produção do adubo é mais rápida, oferecendo para a empresa maior rotatividade de material e pequenos estoques.

Em outro estudo realizado por Guse *et al.*, (2012) a compostagem se demonstrou viável financeiramente. O estudo foi baseado em um trabalho realizado tendo como base a empresa Ecocitrus da cidade Montenegro – RS. A empresa trabalha com parcerias de 35 agroindústrias da região e os resíduos orgânicos destas empresas são destinados para a usina, que os transforma em adubo orgânico. Ao todo, segundo a Ecocitrus (2010), a cooperativa recicla 45 mil toneladas de resíduos industriais e produz 15 mil toneladas de composto (sólido) e 15 mil toneladas de biofertilizante líquido por ano. A cooperativa destina o composto produzido para os sócios que tem como base da economia a produção orgânica e também é realizada a comercialização do composto para terceiros.

Os preços praticados pela cooperativa Ecocitrus em 2010 - ano base para a elaboração do estudo dos adubos compostos são diferenciados para produtores ecológicos e para os produtores em processo de transição da agricultura convencional para a agricultura orgânica. Assim, o preço do adubo composto para os produtores que não são orgânicos (não sócios) é de R\$ 40,00 por metro cúbico e para os produtores sócios em transição (que estão inserindo-se no sistema de produção orgânica) é 50% mais barato. Além de vender o composto orgânico produzido, a usina presta serviços de transformação de resíduos em composto orgânico às empresas industriais, ou seja, a usina apenas transforma o resíduo e a empresa é responsável pelo destino final. O preço médio da prestação de serviços é de R\$ 60,00/ton.

#### 4.3 Viabilidade sócio-ambiental

A principal vantagem do uso do composto, em relação ao adubo químico é a quantidade de matéria orgânica que o mesmo possui, sendo um produto ideal para recuperação de solos degradados por processos erosivos ou por práticas agrícolas não ideais. Com isso, muitos dos impactos ambientais já são evitados.

Como resultado do processo de compostagem temos a produção de um composto estabilizado, isento de microrganismos patogênicos, de odor não agressivo e de aspecto agradável, rico em matéria orgânica humificada com grande aptidão agrônômica, fornecendo nutrientes e minerais as plantas e atuando como condicionador de solo.

O processo de compostagem de lodo de ETE segundo Andreolli (1999), abre a possibilidade de processamento integrado de resíduos sólidos urbanos, tais como podas de árvore, capinas de parques e jardins, serragem de madeira, cascas de eucaliptos, restos de hortaliças, sobras de restaurante, pois participam como fonte de carbono e material estruturante.

Outra situação que demonstra a viabilidade ambiental e social baseando-se em custo - benefício da aplicação da compostagem como ponto de vista de segurança ambiental e qualidade de vida da população do entorno refere-se a escassez de áreas para implantação de aterros sanitários e, poluição do ar quando adotado a técnica de incineração. Devido a a legislações cada vez mais restritivas as dificuldades são cada vez maiores para aplicação das situações acima. ( METCALF E EDY, 2003 apud LEITE, 2015).

De acordo com NASCIMENTO *et al.*, 2005 apud OLIVEIRA *et al.*, 2008, podemos citar como vantagens agrônômicas que resultam em vantagens sócio ambientais as seguintes situações:

- a matéria orgânica se liga a partículas do solo, ajudando na retenção e drenagem do solo melhorando sua aeração, aumentando a capacidade de infiltração da água e conseqüentemente reduzindo a erosão.
- dificulta ou impede a germinação de sementes de plantas invasoras;
- aumenta o número de minhocas, insetos e microrganismos desejáveis, devido a presença de matéria orgânica, reduzindo a incidência de doenças de plantas;
- mantêm a temperatura e os níveis de acidez do solo;
- ativa a vida do solo, favorecendo a reprodução de microrganismos benéficos às culturas agrícolas;

- aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- processo ambientalmente seguro por ser controlado;
- eliminação de patógenos;
  - economia de tratamento de efluentes.
- redução do odor
- rastreabilidade
  - economia no transporte

Além destes fatores podemos considerar a redução de volume do produto e a possibilidade de estocar o mesmo e utilizá-lo conforme necessidade, isto devido ao produto oferecer segurança ambiental. Também deve ser considerada a possibilidade de aplicação em áreas distantes da geração do lodo in natura, devido a transformação física que o mesmo se encontra após a processo.

Uma das vantagens sociais a serem consideradas é a geração de empregos resultantes nas indústrias deste segmento, que empregam um número maior de funcionários do que os sistemas não complementares de tratamento.

A empresa possui 6 funcionários diretos e indiretos, podemos citar setores de apoio que também dependem da empresa, como logística, segurança e meio ambiente, manutenção, restaurante, lavanderia que diariamente prestam serviços a empresa.

#### 4.4 Qualidade do adubo

A empresa possuiu registro do estabelecimento junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento -MAPA para fins de comercialização do composto de agosto de 2015 até meados de 2017. Para isso eram realizadas análises laboratoriais seguindo a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 27, DE 5 DE JUNHO DE 2006 afim de determinar os contaminantes para cada lote do produto que era determinado por um período de 4 meses.

De acordo com a Instrução Normativa nº 53 do Ministério da Agricultura pecuária e Abastecimento – MAPA, a empresa se enquadra como produtora de fertilizando orgânico composto.

As demais legislação do MAPA seguidas pela empresa são as Instruções Normativas nº 10 de 06 de maio de 2004 em que aprova as disposições sobre a

classificação e os registros de estabelecimentos e produtos, as exigências e critérios para embalagem, rotulagem, propaganda e para prestação de serviço, bem como os procedimentos a serem adotados na inspeção e fiscalização da produção, importação, exportação e comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, destinados à agricultura; A Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 que aprova as 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; A Instrução Normativa nº 27, de 5 de junho de 2006 que trata dos limites estabelecidos nos Anexos I, II, III, IV e V que se refere às concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas; e o DECRETO Nº 4.954, DE 14 DE JANEIRO DE 2004 que em suas disposições preliminares estabelece as normas gerais sobre registro, padronização, classificação, inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura.

Para fins de entendimento do processo o Art. 2º do Decreto 4.954, considera-se fertilizante orgânico composto:

*Produto obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural, animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo ser enriquecido de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas.*

O produto produzido pela empresa é fertilizante orgânico composto da classe A conforme o Art. 2º da IN 25, que classifica os fertilizantes orgânicos em simples, mistos, compostos e organominerais de acordo com as matérias-primas utilizadas na sua produção. Sendo considerado como classe A:

*“O fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima de origem vegetal, animal ou de processamentos da agroindústria, onde não sejam utilizados no processo, metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos*

*potencialmente tóxicos, resultando em produto de utilização segura na agricultura”.*

No item XIV do artigo 2º do Decreto 4.954 define nutriente como sendo elemento essencial ou benéfico para o crescimento e produção dos vegetais e subdivide-os em:

- macronutrientes primários: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), expressos nas formas de Nitrogênio (N), Pentóxido de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Óxido de Potássio (K<sub>2</sub>O);
- macronutrientes secundários: Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S), expressos nas formas de Cálcio (Ca) ou Óxido de Cálcio (CaO), Magnésio (Mg) ou Óxido de Magnésio (MgO) e Enxofre (S); e
- micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Zinco (Zn), Cobalto (Co), Silício (Si) e outros elementos que a pesquisa científica vier a definir, expressos nas suas formas elementares;

Afim de acompanhar a qualidade do composto são realizadas análises laboratoriais com laboratório credenciado para cada lote de produto produzido.

O quadro 05 contempla os resultados das análises laboratoriais dos quatro lotes estudados:

**Quadro 05: Resultados de análises físico-químicas**

<b>Análises físico químicas</b>				
<b>Parâmetros</b>	<b>Lote 1</b>	<b>Lote 2</b>	<b>Lote 3</b>	<b>Lote 4</b>
Nitrogênio (N) (%m/m)	2,1	1,76	2,28	2,2
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (%m/m)	2,3	3,21	3,94	1,1
Potássio (K <sub>2</sub> O) sol. Em água (% m/m)	0,76	1,04	1,06	0,7
Carbono orgânico (CO) (%)	32,5	33,4	44,07	45,4
CTC (mmol/Kg)	339,5	543	528,3	913,8
Relação CTC/C	10/1	16/1	12/1	20/1
Relação C/N	15/1	19/1	19/1	20/1

Enxofre Total (S) (% m/m)	0,9	0,48	0,19	0,4
Boro Total (B) (%m/m)	0,004	<0,0001	0,02	0,004
Cálcio total (Ca) (% m/m)	3,12	6,92	4,44	1,5
Cloretos (% m/m)	0,25	0,25	0,69	0,2
Cobalto total (Co) (%m/m)	0,0006	0,003	0,002	0,001
Cobre total (Cu) (%m/m)	0,01	0,010	0,01	0,1
Ferro total (Fe) (% m/m)	1,58	2,13	1,43	0,6
Magnésio total (Mg) (% m/m)	0,17	0,55	0,54	0,3
Manganês total ( Mn) (% m/m)	0,05	0,11	0,07	0,1
Molibdênio (Mo) (% m/m)	0,002	0,0015	0,001	<0,0005
Zinco (Zn) (% m/m)	0,04	0,04	2,91	2,5
Sílica ( SiO <sub>2</sub> ) (% m/m)	6,0	5,85	0,02	0,08
Arsênio (As) (mg/kg)	<1	<1	<1	<10
Cadmio (Cd) (mg/kg)	<1	2,7	<0,5	2,8
Chumbo (Pb) (mg/kg)	8	20	<1	<1
Cromo (Cr) (mg/kg)	22,4	30	15,6	17,3
Mercúrio (Hg) (mg/kg)	<1	<0,1	<0,1	<0,1
Níquel (Ni) (mg/kg)	14	36,4	16,8	13,8
Selênio (Se) (mg/kg)	<1	<1	13,7	<10
Ph (1:5 em CaCl <sub>2</sub> )	7,43	8,32	8,02	5,6
Umidade a 65°C (% m/m)	22,86	16,83	17,42	7,85
Ovos viáveis de helmintos Ovo/g S.T	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Salmonella (25g)	ausente	ausente	Ausente	Ausente
NMP Coliformes termo tolerantes (NMP/g)	<3x10 <sup>0</sup>	<3x10 <sup>0</sup>	<3x10 <sup>0</sup>	<3x10 <sup>0</sup>

Conforme IN 25 de 2009 do MAPA seguindo o anexo III sobre as especificações dos fertilizantes orgânicos mistos e compostos para o composto orgânico composto classe A temos para o parâmetro umidade o valor máximo de 50%. Fazendo um paralelo com os valores obtidos nos laudos dos lotes do



quadro acima o mesmo encontra-se com valores bem abaixo do recomendado, estando ideal para fins de comercialização.

Para valores de pH a mesma legislação especifica como valor mínimo de 6,00. Comparando os resultados obtidos nos laudos obteve-se no lote 4 o valor inferior a este, os demais valores estão em conformidade com a norma.

Para o parâmetro Nitrogênio, o valor mínimo especificado na legislação é de 0,5. No quadro 05, observa-se valores maiores, demonstrando boa qualidade do produto. O nitrogênio durante o processo encontra-se na forma volátil, estando os teores encontrados no produto pronto na forma mineral, situação está que favorece a planta quando da disponibilidade do nutriente. Os teores de Nitrogênio são determinantes quando se trata de aproveitamento agrícola, mas podem causar impactos na qualidade das águas devido a mobilidade rápida do Nitrato no solo (FERREIRA E ANDREOLI, 1999 apud LEITE, 2015).

O valor máximo recomendado pela legislação para o parâmetro Relação C/N é de 20/1. Este valor representa a maturação do composto para fins agrícolas. Os resultados atenderam o valor recomendado, mas não foi possível precisar o percentual da redução, já que não se tem os valores iniciais.

Para carbono orgânico o valor mínimo é de 15 e todos os lotes obtiveram índices acima do recomendado.

A CTC é um parâmetro que indica o grau de estabilidade do composto, pois a medida que se forma o húmus ocorre um aumento da CTC (KIEHL, 2012 *apud* LEITE, 2015). A legislação determina que os teores de CTC devem ser declarados no rótulo do produto, seguindo a orientação de que não ultrapasse 30% para mais ou para menos do valor declarado no registro (IN 27/2006).

Nos teores de metais pesados dados pelo anexo V da Instrução Normativa SDA nº 27, 05 de junho de 2006 (alterada pela IN SDA nº 7, de 12/04/2016, republicada em 02/05/2016) que trata dos limites máximos de contaminantes admitidos em fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo, temos os seguintes resultados para os parâmetros: Arsênio, cádmio, chumbo, mercúrio, níquel, selênio.

**Quadro 06: Limites máximos de contaminantes**

Lote	Unid.	As	Cd	Pb	Cr	Hg	Ni	Se
lote 1	mg/kg	<1	<1	8	22,4	<1	14	<1

lote 2	mg/kg	<1	2,7	20	30	<0,1	36,4	<1
lote 3	mg/kg	<1	<0,5	<1	15,6	<0,1	16,8	13,7
lote 4	mg/kg	<10	2,8	<1	17,3	<0,1	13,8	<10
<b>MAPA IN 27</b>	mg/kg	20	3	150	0	1	70	80

Os resultados obtidos enquadram-se dentro do valor estipulado pela legislação. Para o parâmetro cromo, observa-se na legislação o parâmetro cromo hexavalente e nos laudos o parâmetro cromo, desta forma, não foi realizada a comparação dos resultados.

Os macronutrientes são essenciais ao desenvolvimento das plantas, cumprindo papel fundamental na produção agrícola e na fertilidade do solo. As suas concentrações dependem do material que lhe deu origem e do processo de tratamento do esgoto e do lodo (ANDREOLLI ET AL., 2001 *apud* LEITE, 2015).

O teor de Nitrogênio é dado conforme orientação já especificada anteriormente. Os teores de fósforo e potássio seguindo o Art. 4º da IN 25 serão comercializados seguidos os valores encontrados nos laudos, sem valores de referência. O que observa-se no quadro 05 são que os valores encontrados são baixos quando comparados a fertilizantes químicos. O fósforo é um parâmetro fundamental ao desenvolvimento das plantas quando se pensa em produto acabado. Sua função no processo de compostagem é essencial para a estabilização da matéria orgânica.

Para os macronutrientes secundários e micronutrientes no quadro de referência do MAPA os valores estão baseados em porcentagem, destinados para aplicação no solo e no estado físico sólido.

O Art 6º determina que as garantias mínimas não poderão ser inferiores aos valores de referência citadas no quadro 07.

#### **Quadro 07: Garantias mínimas para macronutrientes e micronutrientes**

Lote	Ca	Mg	S	B	Cl	Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Si	Zn
lote 1	3,1	0,17	0,9	0,004	0,25	0,0006	0,01	1,58	0,05	0,002	14	6	0,04
lote 2	6,9	0,55	0,48	<0,0001	0,25	0,003	0,01	2,13	0,11	0,0015	36,4	5,85	0,04
lote 3	4,4	0,54	0,19	0,02	0,69	0,002	0,01	1,43	0,07	0,001	16,8	0,02	2,91
lote 4	1,5	0,3	0,4	0,004	0,2	0,001	0,1	0,6	0,1	<0,0005	13,8	0,08	2,5
<b>MAPA IN 25</b>	1	1	1	0,03	0,1	0,005	0,05	0,2	0,05	0,005	0,005	1	0,1

Ao analisar o quadro 07 observa-se que para alguns parâmetros os mesmos encontram-se abaixo do estabelecido pela IN 25, o que se pode considerar é que esses parâmetros não prejudicam o desenvolvimento das plantas, mas exercem funções específicas.

A análise dos parâmetros microbiológicos também segue a IN 27, conforme disposto no quadro abaixo:

#### Quadro 08: Parâmetros microbiológicos

Lote	Coliformes termotolerantes (NMP/g de MS)	Ovos viáveis de helmintos (ovo/g S.T)	<i>Salmonella</i> sp (25g)
lote 1	<3x10 <sup>0</sup>	<0,01	Ausente
lote 2	<3x10 <sup>0</sup>	<0,01	Ausente
lote 3	<3x10 <sup>0</sup>	<0,01	Ausente
lote 4	<3x10 <sup>0</sup>	<0,01	Ausente
<b>MAPA IN 27</b>	1000	1	Ausência em 10g de matéria seca

Esses parâmetros também encontram-se abaixo dos valores determinados pela legislação. Esses resultados devem-se principalmente a temperatura que alcança a massa em compostagem. O processo de compostagem termofílico é conhecido por apresentar temperaturas acima de 45°C.

A salmonela é uma bactéria responsável por intoxicações em pessoas e é transmitida por alimentos ou pela falta de higiene, constitui um dos maiores problemas de saúde pública do Brasil. Conforme WICHUK e McCARTNEY *apud* LEITE, 2015, a ausência de *Salmonella* verifica-se após o processo se manter com temperaturas acima de 55°C por três dias.

No caso acima verificamos atendimento a determinação legal, já que os resultados foram negativos quanto a presença da salmonela no produto final.

Para ovos viáveis de helmintos um dos fatores que resulta em sua inativação é a utilização de resíduos vegetais como agente estruturante (Corrêa,

2007). Observa-se no quadro acima que os valores se enquadram no valor de referência dado pela IN 27 do MAPA.

Não foram efetuadas comparações do percentual de redução com o lodo in natura, pois não se tem os resultados deste.

Observa-se desta forma, que o processo de compostagem é eficaz na inativação de microrganismos patogênicos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento de lodo utilizando o processo de compostagem demonstrou-se eficiente em relação a qualidade do adubo produzido. Não foram evidenciados contaminantes por parâmetros de metais pesados e microbiológicos quando comparados os resultados com a legislação pertinente do Ministério da Agricultura.

Outro fator relevante são as vantagens sócio ambientais do processo em relação a disposição adequada e segura do lodo. o ganho social referente a qualidade de vida dos moradores do entorno e a geração de empregos também são fundamentais na avaliação do processo.

A viabilidade financeira tornou-se discutível, sendo a principal dificuldade à agregação de valor ao produto acabado e a busca por mercados para comercialização do mesmo. Sem um mercado fiel para destino do adubo, não se possui regularidade de entrega de produto e isto constitui a principal dificuldade enfrentada pela empresa demonstrando a inviabilidade do processo.

Apesar do entrave financeiro, a pesquisa demonstrou por meio de sua avaliação que a compostagem é efetiva para a complementação dos processos de tratamento de lodo.

## REFERÊNCIAS

ANDREOLI, Cleverson Vitório, *et al.* **Reciclagem agrícola de lodo de esgoto: estudo preliminar para definição de critérios para uso agrônômico e de parâmetros para normatização ambiental e sanitária.** 2 ed. Curitiba: Sanepar, 1999. 81 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.v3.eco.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>. Acesso em 18 de janeiro de 2018.

BARROS, Raphael Tobias Vasconcelho; *et al.* **Manual de saneamento e proteção ambiental para municípios.** Belo Horizonte: UFMG, 1995. 221 p.

BRASIL - Lei n. 12.305, 02 de agosto de 2005. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 05 de janeiro de 2018.

BRASIL – decreto n. 4.954, 14 de janeiro de 2004. Aprova o regulamento da Lei n. 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados a agricultura, e da outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm). Acesso em: 05 de janeiro de 2018.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 10 de 6 de maio de 2004. Aprova as disposições sobre a classificação e os registros de estabelecimentos e produtos, as exigências e critérios para embalagem, rotulagem, propaganda e para prestação de serviço.

Disponível

em:

[http://www.editoramagister.com/doc\\_27262\\_INSTRUCAO\\_NORMATIVA\\_N\\_10\\_DE\\_6\\_DE\\_MAIO\\_DE\\_2004.aspx](http://www.editoramagister.com/doc_27262_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_10_DE_6_DE_MAIO_DE_2004.aspx). Acesso em: 05 de janeiro de 2018.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 25 de 23 de julho de 2009. Aprovar as 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. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-25-de-23-7-2009-fertilizantes-organicos.pdf/view>. Acesso em: 05 de janeiro de 2018.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 27 de 05 de junho de 2006. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-sda-27-de-05-06-2006-alterada-pela-in-sda-07-de-12-4-16-republicada-em-2-5-16.pdf>. Acesso em 05 de janeiro de 2018.

DAL MORO, Patricia; PIRES, Adriano Borges; PANDOLFO, Adalberto; MARTINS Marcele Salles; GOMES, Aline Pimentel. **Análise de viabilidade econômica de um sistema de compostagem acelerada de resíduos sólidos urbanos**. 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012. Disponível em: <http://www.proamb.com.br/downloads/1swc0x.pdf>. Acesso em: 02/07/2018.

DAI PRÁ, Marcos Antonio; *et al.* **Compostagem como alternativa para a gestão ambiental na produção de suínos.** Porto Alegre: Evangraf, 2009. 144 p.

FELLEMBERG, Günter. **Introdução aos problemas da poluição ambiental.** São Paulo, EPU: 1980. 195 p.

FERNANDES, P.; **Estabilização e Higienização de Biossólidos.** In: BETTIOL, W e CAMARGO, O.A. Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto. Jaguariúna, SP. Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p.

GUSE, Jaqueline Carl; ZULIAN, Aline; AVILA, Viviane Schons; DORR, Andrea Cristina; ROSSATO, Marivane Vestena. USINA DE COMPOSTAGEM: UMA OPÇÃO ECONÔMICA E SUSTENTÁVEL. Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. nº 7, p. 1326-1334, MAR-AGO, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/5713>. Acesso em 02 de Julho de 2018.

IBEAM- Instituto Brasileiro de Educação Ambiental. **Curso de Gestão Ambiental.** Curitiba: 2009. 234 p.

INÁCIO, Caio de Teves; MULLER, Paul Richard Momsen. **Compostagem ciência e prática para a gestão dos resíduos orgânicos.** 1º ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2009. 156 p.

KIEHL, E.J.; **Fertilizantes Orgânicos.** Piracicaba. Editora Ceres, 1985. 492 p.



LEITE, Thiago de Almeida. **Compostagem termofílica de lodo de esgoto: higienização e produção de biossólido para uso agrícola.** Disponível em: [www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-02122015.../ThiadoDeAlmeidaLeite.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-02122015.../ThiadoDeAlmeidaLeite.pdf). Acesso em: 05 de janeiro de 2018.

LIMA, Mário Queiroz. **Lixo, Tratamento e Biorremediação.** 3 ed. rev. e ampl. [S.I.]: Hemus, 2004. 265p.

MOURA, Luis Antônio Abdala de. **Qualidade e gestão ambiental.** 5 ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2008. 448 p.

REIS, Lineu Belicodos; *et al.* **Energia, recursos naturais e prática do desenvolvimento sustentável.** Barueri: Manole, 2004. 415 p.

SCHERER, E.E.; *et al.* **Avaliações agrônômica e econômica de uma plataforma de compostagem e do composto produzido.** Florianópolis: Epagri, 2009.49p. (Epagri. Boletim Técnico, 150).

SILVA, Maria Esther de Castro e. **Compostagem de Lixo em Pequenas Unidades de Tratamento.** Viçosa, CPT, 2000. 82 p.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: ISO 14000.** 8 ed. São Paulo: SENAC, 2009. 199 p.

## APÊNDICE(S)

### APÊNDICE A – Questionário para aplicação na unidade de estudo

1. Qual a capacidade da unidade para tratamento diário de lodo?
2. Além de lodo de ETE quais outros resíduos são recebidos para a compostagem?
3. Qual o volume mensal de adubo produzido/comercializado?
4. Qual o valor de mercado para a venda do produto?
5. Qual o valor cobrado para tratamento do lodo recebido das empresas.
6. Qual o ganho ambiental para tratamento de resíduos.
7. Além de lodo de ETE a empresa atua com tratamento de mais produtos?

**ANEXO(S)**

## Anexo A – laudos de análises de lotes do composto



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – IPAT  
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 205/2016			
DADOS DO CLIENTE			
Cliente: FAROL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA			
Endereço: Acesso Linha 9 de Maio, s/nº - Distrito Engenho Velho - CEP 89700-000 - Concórdia - SC			
Interessado(s): Daiana Mara Puntel e Vânia Gasperini		Fone: (49) 3442 - 5215	
DADOS DA AMOSTRA			
Descrição da Amostra: Fertilizante Orgânico Composto Classe A			
Data da Coleta: 07/03/2016		Data de Entrada no Laboratório: 09/03/2016	
Ponto de Coleta: Produto final Lote 1A		Lote: 1A	
Coletor: Givanildo Sutti		Nº Amostra no Laboratório: 110644	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS			
Parâmetros	Resultados		Métodos Analíticos
	Tal qual	Seca a 65°C	
Nitrogênio Total (N) (% m/m)	1,6	2,1	Kjeldahl - Liga de Raney
Fósforo Total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (% m/m)	1,8	2,9	Gravimétrico - Guitmociac
Potássio (K <sub>2</sub> O) sol. em água (% m/m)	0,59	0,76	Espectrof. de Abs. Atômica - Chama
Carbono Orgânico (CO) (% m/m)	25,1	32,5	Oxidação - K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
CTC <sup>III</sup> (mmol/kg)	261,9	339,5	Volumétrico - NaOH
Relação CTC/C	10/1	10/1	Cálculo CTC/C
Relação C/N	15/1	15/1	Cálculo C/N
Enxofre Total (S) (% m/m)	0,7	0,9	Gravimétrico - H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> / KOH
Boro Total (B) (% m/m)	0,003	0,004	Colorimétrico - Curcumina
Cálcio Total (Ca) (% m/m)	2,41	3,12	Espectrof. de Abs. Atômica - Chama
Cloreto (% m/m)	0,19	0,25	Cromatografia Iônica <sup>TM</sup>
Cobalto Total (Co) (% m/m)	0,0005	0,0006	Espectrof. de Abs. Atômica - Chama
Cobre Total (Cu) (% m/m)	0,01	0,01	
Ferro Total (Fe) (% m/m)	1,22	1,58	
Magnésio Total (Mg) (% m/m)	0,13	0,17	
Manganês Total (Mn) (% m/m)	0,04	0,05	
Molibdênio (Mo) (% m/m)	0,001	0,002	
Zinco (Zn) (% m/m)	0,03	0,04	
Silica (SiO <sub>2</sub> ) (% m/m)	4,6	6,0	
Arsênio (As) (mg/kg)	<1,0	<1,0	Espectrof. de Abs. Atômica - GH <sup>TM</sup>
Cádmio (Cd) (mg/kg)	<0,1	<1,0	Espectrof. de Abs. Atômica - Chama
Chumbo (Pb) (mg/kg)	6,2	8,0	
Cromo (Cr) (mg/kg)	17,3	22,4	Espectrof. de Abs. Atômica - VF <sup>TM</sup>
Mercurio (Hg) (mg/kg)	<0,1	<0,1	
Níquel (Ni) (mg/kg)	10,9	14,0	Espectrof. de Abs. Atômica - Chama
Selênio (Se) (mg/kg)	<1,0	<1,0	Espectrof. de Abs. Atômica - GH <sup>TM</sup>
pH (1:5) em CaCl <sub>2</sub>	7,43	-	Potenciométrico
Umidade a 65°C (% m/m)	22,86	-	Gravimétrico



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Parque Científico e Tecnológico - IPARQUE  
Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
Instituto de Alimentos - IALI

### RELATÓRIO DE ENSAIO UNIFICADO Nº 111393/2016

#### DADOS DO CLIENTE

Cliente: FAROL INDUSTRIA E COMERCIO LTDA - FILIAL S (75497)  
Endereço: Linha 8 De Melo, S/n - Distrito Engenho Velho, Interior  
Cidade: Concórdia  
Orçamento de Análises nº 11041  
CEP: 83700-000  
Fone: (49) 3442-5215  
Impressão: Giovanni Sutil  
Projeto/comercio: ""

#### DADOS DA AMOSTRA

Data de coleta: 07/03/2016 00:00  
Data de Entrada no Laboratório: 09/03/2016 16:00  
Início das Análises: 10/03/2016 15:00  
Descrição da amostra: Fertilizante Orgânico composto classe A  
Nome de coleta: Produto final  
Temperatura da amostra (°C):  
Data de produção: 00/00/0000  
Data de validade: ""  
Lote: 1 A  
Marca: ""  
Embalagem: Plástica  
Resolvidor: ""  
Nº da amostra no laboratório: 110643  
SIE: ""  
SIF: ""  
Lacta: ""  
Responsável pela coleta: Giovanni Sutil

#### RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS

##### Físico-Químicas

Análise	Unidade	LO	Resultado	VMP (0)
Ovos vitáveis de helmintos	Ovo/g S.T	0,01	< 0,01	1

##### Microbiológicas

Análise	Unidade	LO	Resultado	VMP (0)
Pesquisa de Salmonella	25 g	Ausente	Ausente	Ausência
NMP Coliformes termotolerantes	NMP/g	$3,0 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$

##### Observações:

VMP(0) - Instrução Normativa SDA nº 21 de 05/05/2008 - MMA

LO - Limite de quantificação

##### Metodologia

Ovos vitáveis de helmintos: GW 625/ 0 601 010

Pesquisa de Salmonella: ISO 6579:2002Cor 1:2002

NMP Coliformes termotolerantes: ISO 7251:2002

##### Notas:

Os resultados apresentados no presente Relatório se aplicam somente à amostra analisada.

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

##### Revisões:

Henali Roschi Kuback - LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA (em 27/04/2016 13:00)

Mª Glória S. Santos - LABORATÓRIO FÍSICO-QUÍMICO EM ALIMENTOS (em 27/04/2016 09:00)

Concórdia, 27 de abril de 2016

Mª Glória S. Santos  
Coordenação Laboratórios  
CRQ XII - nº 1330056



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 432/2016			
DADOS DO CLIENTE			
Cliente: FAROL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA			
Endereço: Acesso Linha 8 de Maio, s/nº - Distrito Engenho Velho - CEP 89700-000 - Concórdia - SC			
Interessado(s): Dalena Mara Puntel e Vânia Gasperini		Fone: (49) 3442 - 5215	
DADOS DA AMOSTRA			
Descrição da Amostra: Fertilizante Composto Orgânico Lote 02			
Data da Coleta: 12/07/2016		Data de Entrada no Laboratório: 26/07/2016	
Ponto de Coleta: Produto final - Galpão de maturação			
Coletor: Vânia Gasperini			
Nº Amostra no Laboratório: 115064			
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS			
Parâmetros	Resultados		Métodos Analíticos
	Tal qual	Seca a 65°C	
Nitrogênio Total (N) (% m/m)	1,46	1,76	Kjeldahl - Liga de Raney
Fósforo Total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (% m/m)	2,67	3,21	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Potássio (K <sub>2</sub> O) sol. em água (% m/m)	0,86	1,04	Espectrof. de Abs. Atômica <sup>(2)</sup>
Carbono Orgânico (CO) (% m/m)	27,80	33,40	Oxidação - K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
CTC <sup>(3)</sup> (mmol/kg)	452,0	543,0	Volumétrico - NaOH
Relação CTC/C	16/1	16/1	Cálculo CTC/C
Relação C/N	19,1	19/1	Cálculo C/N
Enxofre Total (S) (% m/m)	0,40	0,48	Gravimétrico - KOH
Boro Total (B) (% m/m)	< 0,0001	< 0,0001	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Cálcio Total (Ca) (% m/m)	5,76	6,92	Espectrof. de Abs. Atômica <sup>(2)</sup>
Cloretos (% m/m)	0,21	0,25	Cromatografia Iônica <sup>(4)</sup>
Cobalto Total (Co) (% m/m)	0,002	0,003	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Cobre Total (Cu) (% m/m)	0,008	0,010	
Ferro Total (Fe) (% m/m)	1,77	2,13	
Magnésio Total (Mg) (% m/m)	0,46	0,55	
Manganês Total (Mn) (% m/m)	0,09	0,11	
Molibdênio (Mo) (% m/m)	0,0012	0,0015	
Silica (SiO <sub>2</sub> ) (% m/m)	4,86	5,85	
Zinco (Zn) (% m/m)	0,03	0,04	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Arsênio (As) (mg/kg)	< 1,0	< 1,0	
Cádmio (Cd) (mg/kg)	< 0,5	2,7	
Chumbo (Pb) (mg/kg)	16,6	20,0	
Cromo (Cr) (mg/kg)	24,9	30,0	
Mercurio (Hg) (mg/kg)	< 0,1	< 0,1	Espectrof. de Abs. Atômica - VF <sup>(6)</sup>
Níquel (Ni) (mg/kg)	30,3	36,4	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Selênio (Se) (mg/kg)	< 1,0	< 1,0	
pH (1:5) em CaCl <sub>2</sub>	8,32	-	Potenciométrico
Umidade a 65°C (% m/m)	16,83	-	Gravimétrico



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Parque Científico e Tecnológico - IPARQUE  
Instituto de Pesquisas Ambientais Tecnológicas - IPAT  
Instituto de Alimentos - IALI

### RELATÓRIO DE ENSAIO UNIFICADO Nº 115324/2016

#### DADOS DO CLIENTE

Cliente: Farel Indústria e Comércio LTDA - Filial 5 (75487) Orçamento de Análises nº 12521  
Endereço: Linha 8 De Maio, S/n - Distrito Engenho Velho, Interior Cidade: Concórdia CEP: 89700-000  
Fone: (49 ) 3442-5215  
Interessado: Vânia Gasperini Campanha:  
Projeto/contrato: \*\*

#### DADOS DA AMOSTRA

Data de coleta: 12/07/2016 00:00 Data de Entrada no Laboratório: 26/07/2016 10:00 Início das Análises: 27/07/2016 14:20  
Descrição da amostra: Composto Orgânico - Lote 02  
Ponto de coleta: Produto Final - grão de maturação Temperatura da amostra (°C):  
Data de produção: 00/00/0000 Data de validade: \*\* Lote: \*\*  
Marca: \*\* Embalagem: Plástica Peso/volume: \*\*  
Nº da amostra no laboratório: 115065 SIF: \*\* SIF: \*\* Lacre: \*\*  
Responsável pela coleta: Interessado

#### RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS

##### Físico-Químicas

Análise	Unidade	LQ	Resultado	VMP(1)
Ovos vivíveis de helmintos	Ovos/g S.T	0,01	< 0,01	1

##### Microbiológicas

Análise	Unidade	LQ	Resultado	VMP(1)
Pesquisa de Salmonella	25 g	Ausente	Ausente	Ausente
NMP Coliformes termotolerantes	NMP/g	$3,0 \times 10^2$	$< 3,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$

##### Observações:

VMP(1) - Instrução Normativa SDA nº 27 de 20/04/2008 - MAPA  
LQ - Limite de quantificação

##### Metodologia

Ovos vivíveis de helmintos: EPA/625 / R-90 / 023  
Pesquisa de Salmonella: ISO 6579:2002/Cor 1:2004  
NMP Coliformes termotolerantes: ISO 7251:2002

##### Notas:

Os resultados apresentados no presente Relatório se aplicam somente à amostra enviada.  
Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

##### Revisões:

Henri Rodolfo Kupski - LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA (em 16/08/2016 11:55)  
Mª Glória S. Santos - LABORATÓRIO FÍSICO-QUÍMICO DE ALIMENTOS (em 16/08/2016 11:21)

Concórdia, 10 de setembro de 2016

Mª Glória S. Santos  
Coordenação Laboratórios  
CRQ XI - nº 13900056



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 492/2016			
DADOS DO CLIENTE			
Cliente: FAROL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA			
Endereço: Acesso Linha 8 de Maio, s/nº - Distrito Engenho Velho - CEP 89700-000 - Concórdia - SC			
Interessado: Vânia Gasperini		Fone: (49) 3442 - 5215	
DADOS DA AMOSTRA			
Descrição da Amostra: Composto Orgânico Lote 03			
Data da Coleta: 19/09/2016		Data de Entrada no Laboratório: 23/09/2016	
Ponto de Coleta: Produto final - Galpão de maturação			
Coletor: Givanildo Sutil			
Nº Amostra no Laboratório: 131896			
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS			
Parâmetros	Resultados		Métodos Analíticos
	Tal qual	Seca a 65°C	
Nitrogênio Total (N) (% m/m)	1,88	2,28	Kjeldahl - Liga de Raney
Fósforo Total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (% m/m)	3,25	3,94	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Potássio (K <sub>2</sub> O) sol. em água (% m/m)	0,88	1,06	Espectrof. de Abs. Atômica <sup>(2)</sup>
Carbono Orgânico (CO) (% m/m)	36,40	44,07	Oxidação - K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
CTC <sup>(3)</sup> (mmol/kg)	436,3	528,3	Volumétrico - NaOH
Relação CTC/C	12/1	12/1	Cálculo CTC/C
Relação C/N	19/1	19/1	Cálculo C/N
Enxofre Total (S) (% m/m)	0,16	0,19	Gravimétrico - KOH
Boro Total (B) (% m/m)	0,02	0,02	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Cálcio Total (Ca) (% m/m)	3,67	4,44	Espectrof. de Abs. Atômica <sup>(2)</sup>
Cloreto (% m/m)	0,57	0,69	Cromatografia Iônica <sup>(4)</sup>
Cobalto Total (Co) (% m/m)	0,002	0,002	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Cobre Total (Cu) (% m/m)	0,01	0,01	Espectrof. de Abs. Atômica <sup>(2)</sup>
Ferro Total (Fe) (% m/m)	1,18	1,43	
Magnésio Total (Mg) (% m/m)	0,45	0,54	
Manganês Total (Mn) (% m/m)	0,06	0,07	
Molibdênio (Mo) (% m/m)	0,001	0,001	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Silica (SiO <sub>2</sub> ) (% m/m)	2,40	2,91	Colori. c/ Molibdato de Amônio <sup>(5)</sup>
Zinco (Zn) (% m/m)	0,02	0,02	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Arsênio (As) (mg/kg)	< 1,0	< 1,0	
Cádmio (Cd) (mg/kg)	< 0,5	< 0,5	
Chumbo (Pb) (mg/kg)	< 1,0	< 1,0	
Cromo (Cr) (mg/kg)	12,9	15,6	
Mercurio (Hg) (mg/kg)	< 0,1	< 0,1	Espectrof. de Abs. Atômica - VF <sup>(6)</sup>
Níquel (Ni) (mg/kg)	13,9	16,8	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Selênio (Se) (mg/kg)	11,3	13,7	
pH (1:5) em CaCl <sub>2</sub>	8,02	-	Potenciométrico
Umidade a 65°C (% m/m)	17,42	-	Gravimétrico





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Parque Científico e Tecnológico - IPARQUE  
Instituto de Pesquisas Ambientais Tecnológicas - IPAT  
Instituto de Alimentos - IALI

### RELATÓRIO DE ENSAIO UNIFICADO Nº 131837/2016

#### DADOS DO CLIENTE

Cliente: Farol Indústria e Comércio LTDA - Filial 5 (75497) Orçamento de Análises nº 13188  
Endereço: Linha 8 De Maio, S/n - Distrito Engenho Velho, Interior Cidade: Concórdia CEP: 89700-000  
Fone: (49) 3442-5215  
Interessado: Vania Gasperini Campanha:  
Projeto/contrato: \*\*

#### DADOS DA AMOSTRA

Data de coleta: 19/09/2016 00:00 Data de Entrada no Laboratório: 22/09/2016 00:00 Início das Análises: 25/09/2016 14:05  
Descrição da amostra: Composto orgânico - Lote 03  
Ponto de coleta: Produto final - Galpão de maturação Temperatura da amostra (°C):  
Data de produção: 00/00/0000 Data de validade: \*\* Lote: 03  
Marca: \*\* Embalagem: \*\* Peso/volume: \*\*  
Nº da amostra no laboratório: 131837 SIE: \*\* SIF: \*\* Lacre: \*\*  
Responsável pela coleta: Givanildo Sutti

#### RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS

##### Físico-Químicas

Análise	Unidade	LQ	Resultado	VMP (1)
Ovos víveta de helmintos	Ovo/g S.T	0,01	< 0,01	1

##### Microbiológicas

Análise	Unidade	LQ	Resultado	VMP (1)
Pesquisa de Salmonella	25 g	Ausente	Ausente	Ausente
NMP Coliformes termotolerantes	NMP/g	$3,0 \times 10^2$	$< 3,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$

##### Observações:

VMP(1) - Instrução Normativa SEM nº 27 de 05/03/08 - MAPA  
LQ - Limite de quantificação

##### Metodologia

Pesquisa de Salmonella: ISO 6579:2002/Cor 1:2004  
Ovos víveta de helmintos: OVA 105 / R40 / D10  
NMP Coliformes termotolerantes: ISO 7251:2005

##### Notas:

Os resultados apresentados no presente Relatório se aplicam somente à amostra analisada.  
Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

##### Referências:

Harriet Pontes Kubitok - LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA (em 17/11/2016 09:52)  
Mª Glória S. Santos - LABORATÓRIO FÍSICO-QUÍMICO DE ALIMENTOS (em 17/11/2016 11:21)

Concórdia, 17 de novembro de 2016

Mª Glória S. Santos  
Coordenação Laboratórios  
CRQ XII - nº 1330058



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 135760/2017			
DADOS DO CLIENTE			
Cliente: FAROL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA			
Endereço: Acesso Linha 8 de Maio, s/nº - Distrito Engenho Velho - CEP 89700-000 - Concedinha - SC			
Interessado: Vânia Gasperini		Fone: (49) 3442 - 5215	
DADOS DA AMOSTRA			
Descrição da Amostra: Composto orgânico - Lote 4			
Data da Coleta: 25/01/2016		Data de Entrada no Laboratório: 13/02/2017	
Ponto de Coleta: Galpão de maturação			
Coletor: Givanildo Sutil			
Nº Amostra no Laboratório: 135760			
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS			
Parâmetros	Resultados		Métodos Analíticos
	Tal qual	Seca a 65°C	
Nitrogênio Total (N) (% m/m)	2,0	2,2	Kjeldahl - Uga de Raney
Fósforo Total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (% m/m)	1,0	1,1	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Potássio (K <sub>2</sub> O) sol. em água (% m/m)	0,6	0,7	
Carbono Orgânico (CO) (% m/m)	41,8	45,4	
CTC <sup>(2)</sup> (mmol/kg)	842,1	913,8	Oxidação - K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Volumétrico - NaOH
Relação CTC/C	20/1	20/1	Cálculo CTC/C
Relação C/N	20/1	20/1	Cálculo C/N
Enxofre Total (S) (% m/m)	0,4	0,4	Gravimétrico - KOH
Boro Total (B) (% m/m)	0,004	0,004	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Cálcio Total (Ca) (% m/m)	1,4	1,5	
Cloretos (% m/m)	0,2	0,2	Cromatografia Iônica <sup>(3)</sup>
Cobalto Total (Co) (% m/m)	0,001	0,001	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Cobre Total (Cu) (% m/m)	0,1	0,1	
Ferro Total (Fe) (% m/m)	0,6	0,6	
Magnésio Total (Mg) (% m/m)	0,3	0,3	
Manganês Total (Mn) (% m/m)	0,1	0,1	
Molibdênio (Mo) (% m/m)	< 0,0005	< 0,0005	
Silica (SiO <sub>2</sub> ) (% m/m)	2,3	2,5	
Zinco (Zn) (% m/m)	0,07	0,08	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Arsênio (As) (mg/kg)	< 10,0	< 10,0	
Cádmio (Cd) (mg/kg)	26	2,8	
Chumbo (Pb) (mg/kg)	< 1,0	< 1,0	
Cromo (Cr) (mg/kg)	15,9	17,3	
Cromo Hexavalente (mg/kg)	< 0,4	< 0,4	USEPA 3060A/7196A - Colorimétrico
Mercurio (Hg) (mg/kg)	< 0,1	< 0,1	Espectrof. de Abs. Atômica - VF <sup>(5)</sup>
Níquel (Ni) (mg/kg)	12,7	13,8	ICP - OES <sup>(1)</sup>
Selênio (Se) (mg/kg)	< 10,0	< 10,0	
Materiais Inertes (% m/m)	0,1	0,1	Gravimétrico
pH (1:5) em CaCl <sub>2</sub>	5,6	-	Potenciométrico
Umidade a 65°C (% m/m)	7,85	-	Gravimétrico



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Parque Científico e Tecnológico - IPARQUE  
Instituto de Pesquisas Ambientais Tecnológicas - IPAT  
Instituto de Alimentos - IALI

### RELATÓRIO DE ENSAIO UNIFICADO Nº 135761/2017

#### DADOS DO CLIENTE

Cliente: Farol Indústria e Comércio LTDA - Filial 5 (75497) Orçamento de Análises nº 14554  
Endereço: Linha 8 De Maio, S/n - Distrito Engenho Velho, Interior Cidade: Concórdia CEP: 89700-000  
Fone: (48) 3442-5215  
Interessado: Vania Gasperini Campanha:  
Projeto/contrato: \*\*

#### DADOS DA AMOSTRA

Data de coleta: 25/01/2017 08:00 Data de Entrada no Laboratório: 13/02/2017 08:00 Início das Análises: 13/02/2017 13:31  
Descrição da amostra: Composto orgânico  
Ponto de coleta: Galpão de maturação Temperatura da amostra (°C):  
Data de produção: 00/00/0000 Data de validade: \*\* Lote: 4  
Marca: \*\* Embalagem: Plástica Peso/volume: \*\*  
Nº de amostra no laboratório: 135761 SIE: \*\* SIF: \*\* Lacre: \*\*  
Responsável pela coleta: Gianildo Sutti

#### RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS

##### Físico-Químicas

Análise	Unidade	LQ	Resultado
Ovos viáveis de helmintos (concentrado)	Ovos/g S.T	0,01	< 0,01

##### Microbiológicas

Análise	Unidade	LQ	Resultado
Deteção de Salmonella	25 g	Ausente	Ausente
NMP Coliformes termotolerantes	NMP/g	$3,0 \times 10^0$	$< 3,0 \times 10^0$

##### Observações:

LQ: Limite de quantificação

##### Metodologia

Deteção de Salmonella: AOAC Official Method 2011.05, 19th, 2012  
Ovos viáveis de helmintos (concentrado): EPN 625 (7/92) / 013  
NMP Coliformes termotolerantes: ISO 12228:2005

##### Notas:

Os resultados apresentados no presente relatório são válidos somente para o ensaio realizado.  
Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

##### Referências:

Serviço Técnico Sutti do LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA em 09/04/2017 16:06  
R# 00465 - Serviço LABORATÓRIO FÍSICO-QUÍMICO DE ALIMENTOS em 09/04/2017 14:26

Concórdia, 05 de abril de 2017

M.ª Glória S. Santos  
Coordenação Laboratórios  
CRQ XII - nº 130.000.56