

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ÉRICA APARECIDA PEREIRA CASTILHO MACHADO

**COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ORIUNDOS DA PISCICULTURA
E COMÉRCIO DE TILÁPIAS (*OREOCHOMIS NILOTICUS*) EM PESQUEIROS:
UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL**

APUCARANA

2022

ÉRICA APARECIDA PEREIRA CASTILHO MACHADO

**COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ORIUNDOS DA PISCICULTURA
E COMÉRCIO DE TILÁPIAS (OREOCHOMIS NILOTICUS) EM PESQUEIROS:
UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL**

**COMPOSTING OF ORGANIC WASTE FROM PISCUIT AND TRADE OF TILAPIA
(OREOCHOMIS NILOTICUS) IN FISHING FISH: A SUSTAINABLE
ALTERNATIVE**

Trabalho de conclusão de curso de especialização,
Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Ana Maria Ferrari Lima.

APUCARANA

2022



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná
Campus Londrina



ERICA APARECIDA PEREIRA
CASTILHO MACHADO

**COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ORIUNDOS DA PISCICULTURA E COMÉRCIO DE TILÁPIAS EM PESQUEIROS:
UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Engenharia Ambiental.

Data de aprovação: 31 de Outubro de 2022

Ana Maria Ferrari Lima, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Flavia Sayuri Arakawa, Doutorado - Centro Universitário de Maringá - Ceumar

(Cesumar) Dra. Rubiane Ganascim Marques, Doutorado - Universidade Tecnológica

Federal do Paraná

Dedico este trabalho ao meu filho Miguel
Francisco, meus futuros filhos e, meu
esposo, Juliano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, também, ao Espírito Santo, fonte de inspiração desse projeto, por sua proteção e amor diário. A minha família, meu esposo Juliano, por todo incentivo, dedicação, amor e paciência. Ao meu filho Miguel, que ressignificou minha história e me ensinou o verdadeiro amor. Aos meus futuros filhos, vocês são meu ideal de vida. Aos meus pais, que me amam incondicionalmente, me educaram e me ensinaram todos os valores os quais me fizeram quem sou. A minha irmã Ellen e cunhado Davi, por me apoiarem sempre, me fazendo perceber que sou capaz, mesmo quando eu não acreditava. A minha sobrinha Dulce Maria, que ilumina meus dias de dificuldades com seus sorrisos. A todos meus irmãos da comunidade Colo de Deus, que me ensinam a “SER MAIS DO QUE TER”. A minha Orientadora Professora Doutora Ana Maria Ferrari, por toda paciência, profissionalismo, docilidade, e amabilidade, que nunca imaginei existir no meio acadêmico. Ao amigo que o mestrado me concedeu, Carlos Yordan que inúmeras vezes me tirou da escuridão da falta de conhecimento e prática laboratorial. Sem vocês meu percurso seria muito mais pesado e doloroso!

E, por fim, agradeço a mim mesmo, por não ter desistido! Por perceber que a excelência encontra um caminho na imperfeição, até que os pequenos fracassos se tornem irrelevantes e as dificuldades passem a ser motivação e superação no percurso de busca pelo conhecimento.

“Cuidemos da nossa mãe Terra, superemos a tentação do egoísmo que nos faz predadores de recursos, cultivemos o respeito pelos dons da Terra e da criação, inauguremos um estilo de vida e uma sociedade finalmente ecossustentável: temos a oportunidade de preparar um amanhã melhor para todos. **Das mãos de Deus recebemos um jardim; aos nossos filhos não podemos deixar um deserto.**”
Papa Francisco

RESUMO

No Brasil, a criação da tilápia tem grande representatividade comercial. Em 2020 atingiu 802.930 toneladas, com receita de cerca de, aproximadamente, R\$ 8 bilhões. A piscicultura gera cerca de 1 milhão de empregos diretos e indiretos. O Brasil é o quarto maior produtor mundial de tilápia, espécie que representa 60% da produção do país. O Estado do Paraná é líder de produção em escala nacional, englobando grandes empreendimentos dedicados à criação e comercialização de diversas espécies desse animal. Tais empreendimentos são conhecidos como "pesqueiros" ou "pesque e pague", locais que são cada vez mais frequentados, aumentando de forma considerável o consumo do produto. Porém, o descarte dos resíduos originários da piscicultura vem sendo um desafio ambiental, uma vez que a quantidade de resíduos orgânicos da filetagem pode ultrapassar 60% do peso total do peixe, e o descarte inadequado desses resíduos podem causar danos à fauna e flora local. Neste contexto, o desenvolvimento de tecnologias simples e não onerosas são de grande importância, como a compostagem, que pode ser uma alternativa significativa, apresentando bons resultados na gestão de resíduos orgânicos da cadeia do pescado. Neste trabalho foi realizada a compostagem de resíduos oriundos da reprodução, criação e comercialização da tilápia, utilizando cama de frango como fonte de carbono. Produzidos diferentes compostos acrescidos de cama de frango e pó de serra com diferentes proporções na relação carbono e nitrogênio (C/N: 30/1 e 25/1). Foram realizadas análises de temperatura, pH, condutividade elétrica e umidade ao decorrer dos 60 dias de experimento. Os compostos produzidos apresentaram parâmetros físico-químicos satisfatórios e o composto C/N 30/1 bons resultados nos testes de germinação em sementes de alface quando comparados ao substrato comercial, tornando viável sua utilização, agregando valor à agricultura familiar local e favorecendo a prática de manejo sustentável de resíduos oriundos de pesqueiros regionais.

Palavras-chave: Tilápia; aquicultura; resíduos orgânicos; compostagem; pesqueiro; sustentabilidade.

ABSTRACT

In Brazil, the creation of tilapia has great commercial representation, in 2020 it reached 802,930 tons, with revenue of approximately R\$ 8 billion. Fish farming generates about 1 million direct and indirect jobs. Brazil is the fourth largest producer of tilapia in the world, a species that represents 60% of the country's production. The State of Paraná is a leader in production on a national scale, encompassing large enterprises dedicated to the creation and commercialization of several species of this animal. Such ventures are known as fisheries/"fish and pay" places, that are increasingly frequented, considerably increasing the consumption of the product. However, the disposal of waste originating from fish farming has been an environmental challenge, since the amount of organic waste from filleting can exceed 60% of the total weight of the fish, and the inappropriate disposal of these waste can damage the local fauna and flora. In this context, the development of simple and inexpensive technologies are of great importance, the composting technique can be a significant alternative, which may present good results in the management of organic waste in the fish chain. In this work, the composting of residues from the reproduction, creation and commercialization of tilapia was carried out, using chicken litter as a carbon source. The compounds produced showed satisfactory physical-chemical parameters and good results in germination tests in lettuce seeds when compared to commercial substrate, making their use viable, adding value to local family farming and favoring the practice of sustainable management of waste from regional fisheries.

Keywords: Tilapia, aquaculture, organic waste, composting, fisheries, sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	16
Figura 2 – Produção estadual de Tilápia em 2020	16
Figura 3 – Temperatura durante o processo da compostagem	23
Figura 4 – Tanques de pesca	24
Figura 5 – Temperatura média anual no estado do PR	25
Figura 6 – Composteira	26
Figura 7 – Montagem da composteira com resíduos triturados, pó de serra e cama de frango	28
Figura 8 – Estrutura da estufa	29
Figura 9 – Termopar	30
Figura 10 – Fungos no substrato relação C/N 25/1	39
Figura 11 – Teste de germinação	41
Figura 12 – Plântulas de <i>Lactuca sativa</i> obtidas no experimento	42
Gráfico 1 – Levantamento da temperatura	36
Gráfico 2 – Índice de velocidade de emergência	40
Gráfico 3 – Porcentual de germinação das sementes de alface nos substratos produzidos e o Carolina Soil®	40
Gráfico 04 - Numero de plântulas emergidas nos substratos produzidos e o Carolina Soil®	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características quantitativas dos filés e dos diferentes resíduos da filetagem de (tilápia - <i>Oreochomis niloticus</i>) em relação ao peso de abate.....	19
Tabela 2 – Composição gravimétrica dos resíduos da filetagem da tilápia.....	34
Tabela 3 - Levantamento da quantidade venda e resíduos de tilápia produzidos no ano de 2021 do Pesqueiro Santo Antônio.....	35
Tabela 4 - Análise dos componentes utilizados na compostagem.....	34
Tabela 5 - Componentes das composteiras C/ N - 30/1.....	35
Tabela 6 - Componentes das composteiras C/ N - 25/1.....	35
Tabela 7 - Valores de pH e condutividade elétrica.....	37
Tabela 8 - Caracterização química dos substratos produzidos e o substrato comercial Carolina Soi®I utilizado na produção das mudas de alface.....	38
Tabela 09 – Medidas das plântulas em teste Tukey.....	43
Tabela 10 – Índice de massa fresca e seca.....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	15
3.1	Produção e comercialização de tilápia	15
3.2	Resíduos orgânicos da aquicultura	17
3.3	Leis de gestão de resíduos sólidos	18
3.4	Gestão de resíduos provenientes da criação de tilápia	19
3.5	Compostagem	20
3.6	Fases da compostagem	22
3.7	Parâmetros que influenciam no processo de compostagem ...	23
4	METODOLOGIA	24
4.1	Local	24
4.2	Clima	25
4.3	Caracterização dos resíduos produzidos da propriedade	26
4.4	Experimentos de compostagem	26
4.4.1	Componentes da compostagem	27
4.4.2	Relações carbono e nitrogênio	27
4.4.3	Controle da temperatura	29
4.4.4	Controle dos parâmetros	30
4.5	Análise do composto final	31
4.6	Teste de germinação	31
4.6.1	Índice de velocidade de emergência	32
4.6.2	Percentual de germinação	32
4.6.3	Avaliação de medidas das plântulas	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1	Caracterização dos resíduos produzidos na propriedade	34
5.2	Compostagem	35
5.2.1	Caracterização dos componentes da compostagem	36
5.2.2	Relação carbono e nitrogênio	36

5.2.3	Temperatura no processo de compostagem	37
5.2.4	Variação do pH e condutividade elétrica.....	38
5.2.5	Análise do composto.....	39
5.3	Resultado do teste de germinação	40
5.4	Medidas das plântulas obtidas	44
6	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

O crescente aumento na criação e comercialização de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em todo o território nacional, traz consigo uma problemática a respeito dos resíduos gerados por essa prática. A falta de instruções específicas, técnicas economicamente viáveis para os pequenos produtores, ou ainda, ausência de informações acessíveis, faz com que uma parcela considerável dos produtores e comerciantes optem pelo descarte irregular. Tendo em vista a consciência ambiental e visando minimizar os impactos causados por essa prática incorreta, a compostagem pode-se mostrar uma opção atrativa e eficiente como forma de gestão desses resíduos, utilizando produtos regionais como auxiliares do processo e o detalhamento de suas etapas que facilitem sua aplicação. Em meio às espécies de peixes dulcícolas, a tilápia (*Oreochromis niloticus*) é avaliada como a espécie mais importante do século XXI, sendo no Brasil o peixe de mais elevado consumo, com produção anual superior a 400.000 toneladas (EMATER/DF, 2009).

O exponencial aumento de produção, confere uma geração substancial de subprodutos oriundos do beneficiamento da tilápia. O processo de filetagem tem um rendimento final em torno de 32% do peso do peixe vivo, e o restante é considerado subproduto (FAO, 2020). Essa grande quantidade de matéria orgânica descartada deve ser gestada de forma sustentável, a fim de não ocasionar impactos ambientais negativos na região.

Stori et al. (2002) realizaram um levantamento apontando que 68% do rejeito é encaminhado às indústrias de farinha de pescado, 23% ao aterro sanitário e 9% é despejado diretamente nos rios, acarretando um grave impacto ambiental.

Alguns pescueiros acabam optando pelo descarte em aterros ou em valas, pois são escassas as empresas que reaproveitam esses resíduos, e quando existente, o custo do transporte se torna inviável financeiramente.

Pode-se verificar a existência de tecnologias para a utilização dos resíduos das indústrias de pescado, porém grande parte delas não se mostra economicamente atrativa, devido ao elevado investimento inicial. Os aterros sanitários e lagoas de tratamento de efluentes não são alternativas recomendáveis devido ao odor desagradável que provocam nas áreas costeiras ou águas interiores, quase sempre exploradas como polo de lazer (LUTOZA NETO, 1994).

Na busca por tecnologias atrativas e sustentáveis, a compostagem orgânica a partir dos resíduos da aquicultura de tilápia caracteriza uma opção sustentável e viável financeiramente aos pequenos e médios produtores, já que o adubo orgânico gerado através dela pode ser aplicado nas culturas agrícolas, ou mesmo, para a comercialização, transformando um futuro problema ambiental em uma fonte de renda sustentável.

Neste sentido, algumas técnicas vêm sendo testadas em relação ao processamento do resíduo de pescado através da compostagem e da fermentação, sendo alternativas viáveis para a produção de fertilizantes, em virtude de sua elevada qualidade nutricional e biológica (ROSA, 2009).

O processo de compostagem é uma das formas mais empregadas para o aproveitamento de resíduos, para atividades agrícolas, e é um processo relativamente simples; no entanto, necessita de cuidados e atenção na sua condução. O processo é prático, econômico e acessível, apresentando-se como alternativa viável para a produção de adubos orgânicos. Não exigem equipamentos ou procedimentos de custo elevado ou mão de obra especializada, além dos produtos finais apresentarem elevada qualidade nutricional e biológica (ARRUDA, BORGHESI E OETTERER, 2007).

Neste trabalho foi realizada a montagem de composteiras contendo resíduos de Tilápia do Nilo fornecidos pelo pesqueiro alvo de estudo, acrescidos de cama de frango com diferentes proporções na relação carbono e nitrogênio, (C/N: 30/1 e 25/1), acompanhando valores de temperatura, pH, condutividade elétrica e umidade ao decorrer dos 60 dias de experimento, ao final do processo, seus parâmetros de macro e micro nutrientes, foram comparados com o substrato comercial Carolina Soil®, bem como o rendimento de cada substrato no processo de germinação de mudas de alface, a fim de verificar a viabilidade do composto produzido para obtenção de mudas na propriedade local.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a inserção dos resíduos de *tilápia do nilo* (*Oreochromis niloticus*) no processo de compostagem, analisando o desempenho de composteiras domésticas, bem como a qualidade e eficiência no processo de germinação em sementes de alface.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar e caracterizar os resíduos da piscicultura do local;
- Compostar os resíduos da criação e comercialização de tilápia em composteira doméstica, utilizando cama de frango e pó de serra como substrato;
- Controlar a aeração e umidade do processo;
- Realizar aferição da temperatura diariamente durante o período de 60 dias;
- Comparar diferentes relações de C/N no processo de compostagem;
- Monitorar os parâmetros: Condutividade elétrica (CE) e pH;
- Verificar a qualidade do composto produzido através de análises físico-químicas e comparação com o substrato Carolina Soil®
 - Comparar a eficiência de germinação do composto em relação ao substrato Carolina Soil®

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE TILÁPIA

O número de empreendimentos de pesca esportiva, também conhecidos como pesqueiros tem crescido nas últimas décadas, em especial a partir de 1990, oferecendo serviços de lazer para a população de centros urbanos (MERCANTE et al, 2011).

O Brasil alcançou o posto de quarto maior produtor mundial de tilápia, (figura 1) respondendo por 4% da produção mundial (5,3 milhões de toneladas), que em 2014 movimentou US\$ 8,8 bilhões (SCHULTER e VIEIRA FILHO, 2017). Além disso, a Peixe BR (2021), relatou que a produção brasileira de tilápia foi de 802.930 toneladas em 2020.

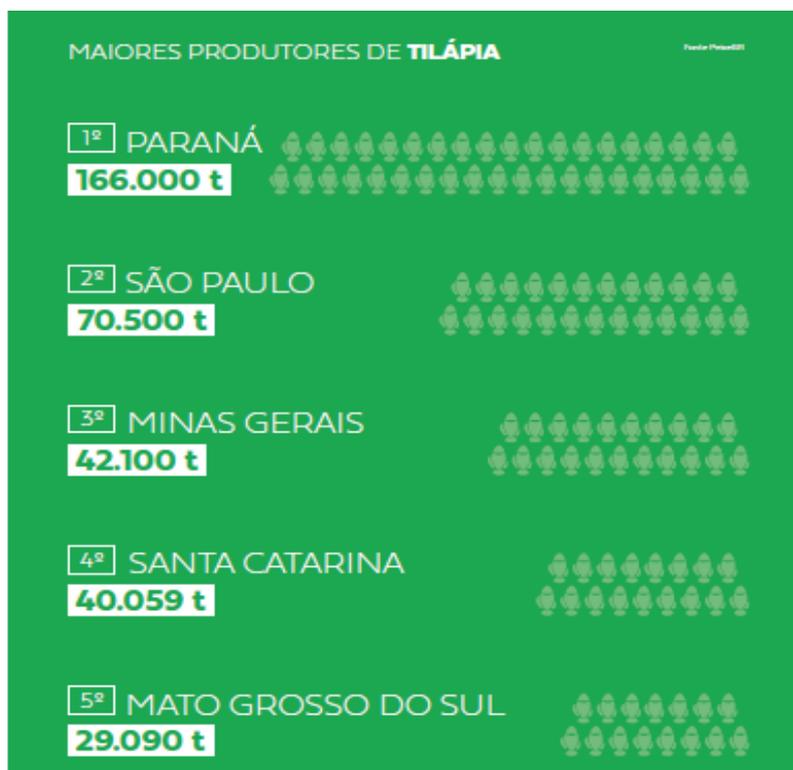
Figura 1 – Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)



Fonte: Peixe BR (2020)

O estado do Paraná está em evidência, além de ser o maior produtor de pescados no país, ainda, está na liderança na produção de tilápia com 166 mil toneladas, uma vez que a produção local é mais que o dobro do secundarista, São Paulo, com 70,5 mil toneladas.

Figura 2 – Produção estadual de Tilápia em 2020



Fonte: Peixe BR (2021)

Esse crescente aumento na produtividade dá-se pelo fato de que nosso país possui um ambiente favorável à pesca e piscicultura tanto nas regiões costeiras quanto no interior. As condições climáticas tropicais são fatores determinantes para o sucesso dessas práticas e a recente implementação de políticas públicas que regulamentam e valorizam o pescador e piscicultor, bem como o incentivo ao comércio e consumo do pescado contribuíram substancialmente para essa crescente produtividade.

Segundo Barroso et al. (2009), o que difere o Brasil e os demais produtores mundiais é a orientação de mercado, uma vez que a indústria brasileira de tilápia acata especialmente o mercado interno - 99% da produção nacional são consumidas no Brasil. Em média cada brasileiro consome 1,1 quilograma de tilápia por ano. Portanto, estima-se um aumento de consumo interno, uma vez que a cada 100 gramas a mais no cardápio do brasileiro poderia surtir no mercado o aumento de 20.500 toneladas de tilápia no mercado nacional.

3.2 RESÍDUOS ORGÂNICOS DA AQUICULTURA

Os resíduos provenientes da cadeia do pescado são compostos por aparas, carne escura, cabeças, carcaças e pele (SEIBEL E SOUZA-SOARES, 2003). Esses resíduos orgânicos têm um valor econômico relativamente baixo, são oriundos do processo produtivo, desde a criação até o consumo, e nem sempre são descartados de maneira adequada. Como consequência, acabam produzindo impactos negativos no meio ambiente, poluindo rios, solos e o ar, por apresentar alta carga de matéria orgânica (PIMENTA et al., 2008).

A poluição pode gerar diversos problemas locais e até mesmo influenciar na produtividade do pescado, levando à mortalidade dos peixes, gerando um ciclo contínuo de poluição local. Por possuírem uma alta concentração de material orgânico, o lançamento desses resíduos em corpos hídricos pode proporcionar uma depleção na concentração de oxigênio dissolvido do curso d'água receptor (SUCASAS, 2011).

Sipaúba-Tavares et al. (2008), acrescentam que o descarte de resíduos nos recursos hídricos gera um aumento significativo na concentração de fósforo e nitrogênio, bem como um decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido, que é essencial para a manutenção da vida aquática.

3.3 LEIS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A compreensão dos problemas ambientais inclui ainda o elemento socioambiental, não esquecendo de levar em conta critérios culturais e deliberações específicas das políticas públicas nacionais e regionais.

Tendo conhecimento da necessidade de gestão desses resíduos, o produtor deverá se atentar às leis vigentes no território nacional, estadual e municipal, a fim de, cumprir todas as especificações e técnicas legais do descarte ou gestão dos resíduos orgânicos provenientes da aquicultura.

Relacionado ao território nacional podemos afirmar que:

No Brasil, os resíduos sólidos são definidos pela NBR 10004 como resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

A Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), integrando-se à política Nacional do Meio Ambiente em consonância com a Política Nacional de Educação Ambiental e com a Política Federal de Saneamento Básico. O objetivo principal da PNRS é a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, como incentivo a práticas sustentáveis voltadas à não geração e/ou redução de resíduos, reciclagem, reutilização e tratamento, além da destinação ambientalmente correta dos resíduos. (BRASIL, 2010)

Já na Lei Estadual nº 12493, de 22 de janeiro de 1999, no Art. 4º, determina que as fontes geradoras de resíduos, é responsável pelo seu acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, disposição final, e no Art.14 determina proibido, em todo o território do Estado do Paraná a disposição de resíduos *in natura* em aterros bem como sua queima a céu aberto, ou ainda, o lançamento de resíduos em corpos de água sem tratamento prévio.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) previu, no art. 36, inciso V, a necessidade de implantação, pelos titulares dos serviços, “de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articulação com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido”. Desta forma,

entende-se que a promoção da compostagem da fração orgânica dos resíduos, assim como a implantação da coleta seletiva e da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos faz parte do rol de obrigações dos municípios instituída pela Lei 12.305/2010.

3.4 GESTÃO DOS RESÍDUOS PROVENIENTES DA CRIAÇÃO DE TILÁPIA

A quantidade de resíduos e o rendimento de carcaça do pescado podem variar de acordo com a espécie, tipo de corte, tamanho da cabeça, peso do peixe, sistema de criação, entres outros (VIDOTTI, 2011). Pode-se observar na Tabela 1 que a quantidade de resíduos pode chegar a quase 70% do peso bruto da tilápia.

Tabela 1 – Características quantitativas dos filés e dos diferentes resíduos da filetagem de (tilápia - *Oreochomis niloticus*) em relação ao peso de abate

Produtos	Peso médio 910g	Peso médio 703 g
Filé (%)	33,95	31,57
Cabeça + Visceras (%)	37,28	36,64
Carcaça (%)	19,23	19,69
Escamas (%)	4,39	5,38
Pele (%)	5,36	5,92
Corte V (%)	0,76	0,80
Resíduos Totais	67,20%	68,40%

Fonte: Vidotti (2011)

Segundo Lima (2013), transformar os materiais descartáveis e poluentes em co-produtos com valor agregado é a base para o desenvolvimento sustentável do mundo moderno. Logo, reduzir o uso inconsciente de matéria-prima para evitar desperdícios e promover a reciclagem dos resíduos são condições essenciais para a garantia de processos mais econômicos e com menor impacto ambiental.

A produção de farinha e óleo de peixe é uma ótima opção para a gestão de resíduos do processamento (remoção do filé). No entanto, o custo para a instalação de uma farinheira é muito alto, sendo economicamente viável apenas para processadoras de médio a grande porte, com capacidade mínima de 5 toneladas de peixes/dia, sendo gerados em média 3.351kg/dia de resíduos (VIDOTTI et al., 2011).

Outra possibilidade de otimização dos resíduos gerados na atividade de filetagem é a separação da carne aderida à carcaça fresca, para obtenção da carne mecanicamente separada (CMS). Essa tecnologia já está consolidada no Brasil, envolvendo a produção de diversos produtos como hambúrguer de peixe, salsichas, empanados, enlatados, *nuggets*, dentre outros, mas essa técnica é destinada a médios e grandes produtores (MARCHI, 1997).

A destinação dos resíduos a aterros sanitários não é recomendada devido ao odor desagradável, além do risco de poluição dos rios e das áreas costeiras. Todavia, existem medidas simples e viáveis economicamente, como é o caso do reaproveitamento dos resíduos de pescado através da fermentação e da compostagem para a produção de fertilizantes orgânicos (SANES et al., 2015). Porém, as informações sobre essas técnicas são insuficientes e muitas vezes o descarte dos resíduos orgânicos do pescado acaba sendo feito de forma incorreta, em aterros a céu aberto, ou mesmo enterrados em valas.

Quanto ao descarte dos resíduos orgânicos Franco (2002) aponta:

a) **Aterros:** péssima escolha, pois a temperatura atingida na lenta decomposição orgânica dos restos animais não é suficiente para eliminar as bactérias e esporos resistentes ao calor. Os aterros sanitários favorecem a proliferação de roedores e insetos, odores desagradáveis, gases inflamáveis (metano) e a possibilidade de contaminação de aquíferos por meio do chorume. No caso de aterros sanitários corretamente operados, alguns desses impactos são prevenidos tal disposição só deveria ocorrer em situações especiais.

b) **Enterramento:** tem sido a prática mundial, por séculos, para a disposição final de animais. Porém, sérias preocupações sobre contaminações de águas subterrâneas e outros fatores ambientais têm forçado o banimento dessa prática. Em situações emergenciais é empregado com o auxílio da adição de cal ou outro composto químico.

c) **Compostagem:** é uma adaptação do processo que o agricultor utiliza desde a Antiguidade para transformar restos agrícolas. Pode-se considerar como uma alternativa apenas para pequenas quantidades.

3.5 COMPOSTAGEM

Os temas de reciclagem e do aproveitamento de resíduos é muito apreciado, pois tem se tornado um dos principais desafios atuais para o conjunto das políticas

que dizem respeito aos resíduos sólidos e sua recuperação, reutilização e transformação. Somada à geração de empregos e renda para os que o praticam, bem como a diminuição de resíduos e o fortalecimento do mercado de forma sustentável, a compostagem é um valioso aliado na busca por uma atividade agroindustrial integrada à consciência ambiental. Sua operação relativamente simples, resultados satisfatórios e custos relativamente baixos a tornam uma opção atrativa e viável.

Segundo Dias (2009), a compostagem compreende um conjunto de técnicas que se dedicam a favorecer a decomposição de materiais orgânicos por micro-organismos heterótrofos aeróbios, com o objetivo de obter, em um curto tempo, um adubo orgânico estável, rico em nutrientes minerais formando assim um solo rico em matéria orgânica, propício para o cultivo de diversas plantas.

De acordo com Inácio e Miller (2009), a compostagem é um processo biológico, aeróbico e controlado de transformação de resíduos orgânicos em substâncias húmicas mediada por microrganismos benéficos, tais como fungos e bactérias.

Estudos demonstram que o processo de compostagem é uma importante tecnologia de tratamento, sendo aplicável a diversas fontes orgânicas (LIAO et al., 1995; GUO et al., 2012). O desenvolvimento de técnicas detalhadas de compostagem e ampla divulgação facilitam a sua aplicação e a utilização de seus benefícios econômicos e ambientais, bem como a sua utilização na adubação de diversas culturas agrárias, uma vez que por ser fonte de aminoácidos e micronutrientes, apresentam potencial para desempenhar importante papel na adubação orgânica, através da obtenção do húmus (adubo orgânico) (FELTES et al., 2010).

Pereira (2010) aponta que o húmus é um composto natural, que acarreta em uma elevação nas taxas de matéria orgânica do solo, fornecendo elementos indispensáveis como o enxofre, potássio, nitrogênio entre outros. Além disso, sua utilização favorece a melhoria na retenção hídrica do solo e o equilíbrio do pH uma vez que adubos químicos tendem a provocar grande acidez quando utilizados nos processos agrários.

Os fertilizantes advindos de resíduos de peixes apresentam-se relevantes em alguns parâmetros, principalmente macronutrientes. De acordo com Bruno (2013), através da utilização da compostagem, os produtores de tilápia podem transformar esses resíduos que poderiam levar à poluição ambiental em uma forma sustentável de transformação de resíduos e o mesmo pode ser usado nas plantações em suas propriedades, ou mesmo, comercializado.

A transformação desses resíduos em subprodutos de pescados pode aumentar a produção e diminuir os custos, evitando impactos ambientais negativos, constituindo uma produção de forma mais hábil, com aproveitamento totalitário das matérias-primas disponíveis (SEBRAE, 2012).

Ante a essas informações, o aprimoramento das técnicas de compostagem é essencial para que todos os produtores e comerciantes de tilápia possam de maneira sustentável e legal, gerar os resíduos provenientes da prática da aquicultura, bem como sua disponibilização a toda comunidade de forma clara e assertiva para que sua aplicação seja realmente eficiente e acessível.

Lima (2013) sinaliza que o processo de compostagem envolve a participação de quatro elementos básicos: fonte de carbono, material fermentativo, umidade e oxigênio. A fonte de carbono é representada por um resíduo vegetal seco. O pó ou lascas de serra, as palhas de cereais e o bagaço de cana são alguns exemplos. A sua escolha deve levar em consideração o custo-benefício, a disponibilidade e proximidade com o local da compostagem e a composição química do material (relação C/N).

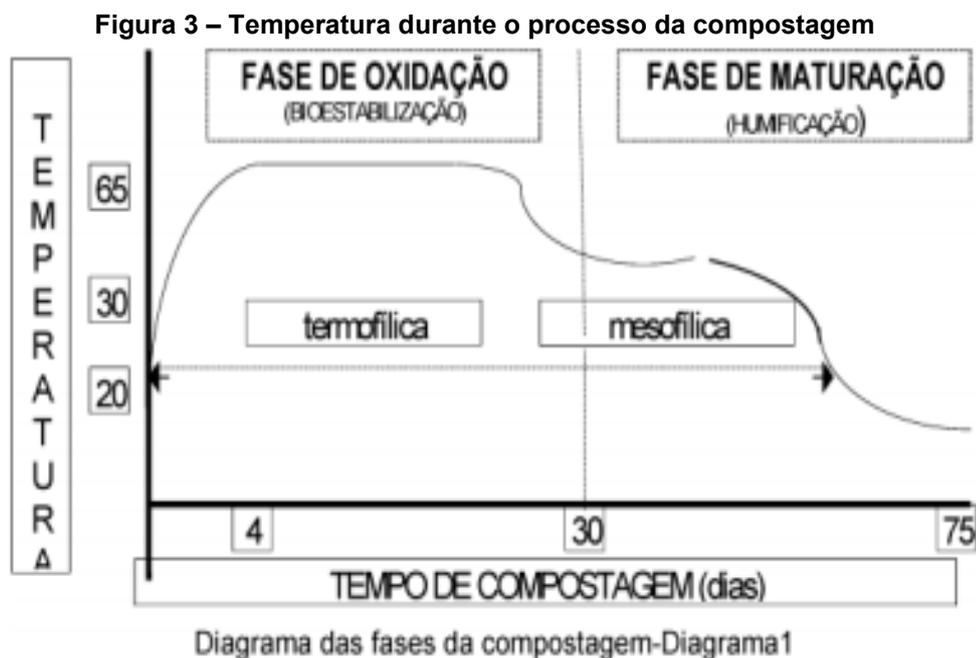
O material fermentativo é o ingrediente para a decomposição e também a principal fonte de nitrogênio no adubo orgânico. Peixes mortos, doentes ou descartados da produção aquícola e os resíduos provenientes das etapas do beneficiamento reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado (vísceras, escamas, carcaças e peles) são alguns exemplos de materiais fermentativos que poderiam ser indicados para a prática da compostagem. A umidade é considerada como agente catalisador das reações químicas e é introduzida no processo por meio da adição de água em proporções conhecidas. Por fim, o oxigênio, obtido com o revolvimento periódico do composto, é necessário para a manutenção do ambiente aeróbico, importante para as reações microbianas e para a prevenção de maus odores.

3.6 FASES DA COMPOSTAGEM

O processo de compostagem é composto por quatro fases: inicial, termofílico, mesofílica e maturação (Figura 3). No decorrer dessas fases, alguns fatores têm grande influência na presença de microrganismos e são diretamente comprometidos por ela durante o decorrer do processo de compostagem: teor de oxigênio, quantidade de água, relação carbono e nitrogênio do composto, pH, potencial oxirredução,

transformações e pequenas perdas de nitrogênio, distribuição dos macros e micro poros, densidade e tamanho das partículas dos compostos (INÁCIO E MILLER, 2009). Santos (2007), afirma que a temperatura, os valores de pH, aeração, umidade e a relação C/N são os fatores que interferem diretamente no processo de compostagem.

Kiehl (1985) indica que as faixas de temperatura influenciam na presença de grupos específicos de microrganismos, que seguem a seguinte classificação: criofílicos (temperatura ambiente ~ 25°C), mesofílicos (30-45°C) e termofílicos (acima de 50°C). Kiehl (2004) destaca que, quando mantidas por longos períodos em temperaturas superiores a 70°C, torna-se reduzida a atividade dos microrganismos. Já valores em torno de 80°C resultam na paralisação do processo e risco de combustão espontânea do material compostado.



Fonte: Adaptado de Kiehl (1985)

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAL

O trabalho foi desenvolvido em um pesqueiro localizado em uma chácara de 1,4 alqueires no município de Apucarana- PR.

A propriedade apresenta uma comercialização 4000kg/ano de tilápia, a geração de resíduos gira em torno de 250 a 400kg mês

Tal estudo surgiu da preocupação com a qualidade ambiental da propriedade, e a descoberta de novas formas de agregar valor comercial à atividade.

O pesqueiro é considerado de pequeno porte, contendo quatro tanques de pesca (figura 4) logo, a utilização da compostagem pode se tornar uma forma de gerenciamento de baixo investimento e de fácil aplicação, com resultados notórios quanto à distribuição dos resíduos, podendo gerar uma nova fonte de lucro ao comércio familiar. No entanto, são poucas as referências disponíveis com parâmetros para a elaboração de uma compostagem tendo como principal componente os resíduos oriundos do pescado.

Neste sentido, o presente trabalho propôs colaborar com a solução, não só os problemas enfrentados pelo pesqueiro em questão, mas também pela maioria dos pesqueiros da região, transformando um problema em uma forma de alavancar a produção local e principalmente de melhorar a qualidade ambiental da região na qual são desempenhadas as atividades comerciais de pescaria e consumo, por meio da compostagem dos resíduos gerados.

Figura 4 – Tanques de pesca



Fonte: O Autor (2021)

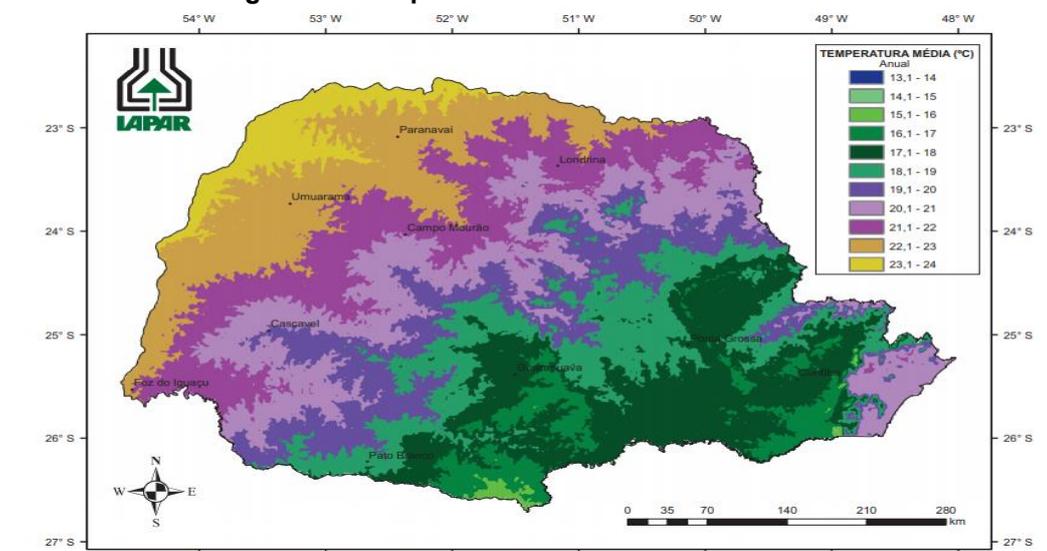
O proprietário disponibilizou o local, os resíduos e toda infraestrutura adequada para o desenvolvimento da pesquisa, bem como a mão de obra necessária no decorrer do experimento, uma vez que é de seu total interesse o desenvolvimento de técnicas eficientes que possam ser desenvolvidas a longo prazo na propriedade.

4.2 CLIMA

Segundo o Plano de Desenvolvimento Sustentável Municipal de Apucarana (2020), a cidade possui clima do tipo Cfa, que se caracteriza por ser subtropical, quente, úmido e sem estação seca definida, apresentando meses mais quente com temperaturas acima de 22,0°C e precipitação anual superior a 1600-1800 mm. No entanto, o Município de Apucarana, possui características climáticas subtropical úmido, mesotérmico e ocasionalmente seco durante o inverno, já os verões têm temperatura mais elevada e maior propensão à ocorrência de chuvas, e os invernos apresentam pouca ocorrência de geadas.

Quanto às precipitações pluviométricas, o Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável Municipal de Apucarana 2017-2020 indica que são bem distribuídas ao longo do ano, sendo dezembro e janeiro os meses mais chuvosos, com média de 212mm, e junho, julho e agosto os meses mais secos, com média de 62mm, sendo a precipitação pluviométrica média anual de 1.900mm. A umidade relativa do ar média em Apucarana é de 69,7%. A temperatura média anual no estado do Paraná é apresentada na Figura 5.

Figura 5 – Temperatura média anual no estado do PR



Fonte: IAPAR – Atlas climático do PR (2019)

4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS NA PROPRIEDADE

No período de 01/2021 a 12/2021 foi realizado um levantamento de todo o resíduo gerado na propriedade, através do controle da quantidade de peixe vendido *in natura* e do resíduo gerado do abate e filetagem. Esse detalhamento auxilia no conhecimento dos resíduos gerados na atividade piscícola da propriedade, bem como auxilia no desenvolvimento da estratégia de gestão de resíduos através da compostagem para os anos posteriores. Foi realizado um levantamento comparativo entre a massa de peixe *in natura*, o produto gerado na filetagem, e seus resíduos derivados do processo (vísceras, aparas, cabeça, escamas e espinha). Para as aferições foi utilizada uma balança tipo comercial da marca Catavento, modelo CT-111

4.4 EXPERIMENTOS DE COMPOSTAGEM

Para a realização do experimento em escala de bancada utilizou-se composteiras de material plástico de pequeno porte (Figura 6), com as seguintes dimensões: 40cm x 34cm x 17cm (comprimento, largura e profundidade de cada célula). Cada composteira é composta por três células, duas onde foi realizada a disposição de forma alternada das camadas e uma caixa coletora inferior coletora de chorume. A duração do experimento foi de 60 dias.

Figura 6 – Composteira



Fonte: O Autor (2021)

4.4.1 COMPONENTES DA COMPOSTAGEM

Pensando em componentes de fácil obtenção durante todo o ano e sua eficiência no processo de compostagem, foram utilizados três componentes básicos: o resíduo de tilápia, a cama de frango e o pó de pinus. Uma vez que esses componentes são abundantes na região. A fim de caracterizar cada componente foram realizadas análises em laboratório terceirizado. As seguintes análises foram realizadas por meio manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos do Ministério da Agricultura, instrução normativa 37 de 13 de outubro de 2017: Umidade, Condutividade Nitrogênio Total, Carbono Orgânico Total, pH e C/N.

4.4.2 RELACIONES CARBONO E NITROGENIO

Segundo Oliveira al (2019), a razão C/N é a razão entre as quantidades de carbono (C) e nitrogênio (N) presentes no pó de serra, coma de frango e resíduos de tilápia

Estudos sugerem um balanço inicial na proporção de Carbono e Nitrogênio de 30/1 (EMBRAPA, 2001), para realização da proporção entre C:N de 30/1 foram utilizados os valores de NT (nitrogênio total) e COT (carbono orgânico total). Dividindo-se os valores de COT/NT foi obtida a relação de C:N de cada material.

Para determinar a relação C/N nos tratamentos, os resíduos foram pesados em balança da marca Bel Engineering modelo M214Ai, a razão foi calculada conforme a Equação 1, proposta por Kiehl (2008).

$$Q = \frac{(30 * Nm) - Cm}{(Cc) - (30 * Nc)} \quad (1)$$

Em que:

Q: Quantidade em Kg de resíduo rico em C para cada Kg de resíduo rico em N;

Nm: Teor de nitrogênio do resíduo rico em N;

Cm: Teor de carbono do resíduo pobre em C;

Cc: Teor de carbono do resíduo rico em C;

Nc: Teor de nitrogênio do resíduo pobre em N.

Três composteiras foram montadas, seguindo a relação C/N 30/1 a fim de verificar a eficiência da relação C/N descrita na literatura e a variação da temperatura

nas diferentes proporções, uma quarta caixa foi montada seguindo o balanço de C/N 25/1.

A montagem das quatro composteiras, decorreu intercalando as camadas de cama de frango e resíduos triturados e pó de serra, no total de 3 camadas de cada material utilizado, de maneira uniforme (Figura 7). de acordo com os cálculos de relação C/N.

As três composteiras montadas com razão C/N de 30/1 foram montadas no dia 31/03/2022, o dia apresentou temperatura média de 23°C e tempo ensolarado. Já a composteira com razão C/N de 25/1 foi montada no dia 31/05/2022 com temperatura média de 20°C e tempo chuvoso. O período de compostagem de 60 dias.

Figura 7 – Montagem da composteira com resíduos triturados, pó de serra e cama de frango



Fonte: O Autor (2022)

Duas das quatro composteiras foram acondicionadas em temperatura ambiente, em ambiente coberto e livre de chuvas e umidade, uma das composteiras com relação C/N 30/1 e a de C/N 25/1 foram acondicionadas em estufa nas dimensões de 1,2m x 0,90 m confeccionada em madeira e plástico transparente em todas as extremidades impedindo a entrada de moscas e outros insetos (Figura 8), a fim de verificar a viabilidade da utilização da estufa no processo e a possibilidade de

temperaturas mais elevadas influenciarem no tempo de compostagem e qualidade do composto final.

Figura 8 – Estrutura da estufa



Fonte: O Autor (2022)

4.4.3 CONTROLE DA TEMPERATURA E AERAÇÃO

A temperatura foi aferida diariamente, como auxílio de um termopar do tipo K, que possui dois condutores metálicos os quais são unidos em uma das suas extremidades; quando as extremidades do termopar são expostas a uma variação de temperatura, ela gera uma força eletromotriz, que é uma função das temperaturas na extremidade que está imersa no substrato e a externa, ou seja, a temperatura ambiente que também é indicada no visor (Figura 9).

Figura 9 – Termopar

Fonte: O Autor (2022)

A aferição da temperatura foi feita diariamente ao longo dos 60 dias do processo.

A aeração foi realizada semanalmente, com o objetivo de fornecer maior quantidade de oxigênio os microorganismos envolvidos no processo.

4.4.4 CONTROLE DOS PARÂMETROS

O controle do pH e condutividade elétrica foi realizado quinzenalmente, conforme metodologia adotada por Kiehl (1985). Após coleta e homogeneizada das amostras dos compostos, pesou-se 10gr do composto em frasco limpo, adicionando-se 50mL de água destilada. A suspensão foi mantida em agitação por 30 minutos a 180 rpm, permanecendo em repouso por 30 minutos. Com o auxílio do peagometro de bancada, marca: Instrutherm, modelo: PH-2000, previamente calibrado, fez-se a leitura do sobrenadante. Para verificar a condutividade elétrica foi utilizado um condutímetro, Marca: Bel, Model: W12D previamente calibrado.

As análises de umidade foram realizadas semanalmente seguindo o procedimento descrito pela American Public Health Association – APHA (2012).

As amostras foram colocadas em cadinhos previamente calcinados em estufa a 580°C por 30 minutos e pesados (M0), foram acrescentados 5 gramas do resíduo, anotando o respectivo valor de massa (M1). Levou-se os cadinhos à estufa, a 105 °C por 24 horas. Após esse período, levou-se os cadinhos ao dessecador, até que os mesmos atingissem a temperatura ambiente para aferição da massa (M2). A partir dos dados obtidos foram feitos os cálculos dos sólidos totais e umidade seguindo as equações (2) e (3):

$$U(\%) = \frac{(M1 - M0) - (M2 - M0)}{(M1 - M0)} * 100 \quad (2)$$

$$ST(\%) = \frac{(M2 - M0)}{M1 - M0} * 100 \quad (3)$$

Onde:

U (%): Umidade, em porcentagem;

ST (%): Sólidos totais, em porcentagem;

M0: Massa do cadinho calcinado, em gramas;

M1: Massa úmida da amostra + massa do cadinho, em gramas;

M2: Massa seca da amostra + massa do cadinho, em gramas.

A umidade foi corrigida durante o processo com regas semanais ou quando necessárias, a fim de garantir o teor de umidade entre 40 e 60%.

4.5 ANÁLISE DO COMPOSTO FINAL

Ao final dos 60 dias do processo de compostagem os substratos obtidos foram encaminhados para análise de macro e micronutrientes em laboratório terceirizado. A ação fertilizante foi verificada por meio de testes de germinação, comparando os resultados com o substrato comercial Carolina Soil®.

4.6 TESTE DE GERMINAÇÃO

A fim de verificar a eficácia do composto no processo de obtenção de mudas, foi realizado um teste de germinação. Foram utilizadas sementes de *Lactuca sativa*, adquiridas em forma de sachê, disponíveis em agropecuárias. Uma vez que essa espécie é produzida para consumo na propriedade. O experimento foi realizado nas mediações do pesqueiro, na cidade de Apucarana-PR.

A semeadura da alface ocorreu no dia 10/08/2022, e o término das avaliações no dia 08/09/2022. As sementes foram dispostas em bandejas de plástico contendo 7 fileiras de 14 células, totalizando 98 células cada bandeja, sendo que a cada célula foram adicionadas duas sementes a uma profundidade de 5mm. As bandejas foram

dispostas em ambiente aberto com proteção de sombrite 50% (figura11) A rega aconteceu diariamente duas vezes ao dia com o auxílio do regador.

Cada bandeja foi preenchida com os substratos obtidos a partir da compostagem de resíduos de tilápia, cama de frango e pó de serra nas seguintes relações de Carbono e Nitrogênio: C/N: 30/1 e C/N:25/1, além do substrato comercial Carolina Soil® para comparação de eficiência germinativa.

A emergência das plântulas foi averiguada diariamente, até o 12º dia, conforme metodologia descrita por Prado et. al (2008.) Após esse período foi realizado o desbaste deixando apenas uma muda por célula até o 38º dia.

4.6.1 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA.

O índice de velocidade de emergência foi calculado seguindo o proposto por Maguire (1962) através da equação (4):

$$IVE = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \frac{N3}{D3} \dots \frac{Nn}{Dd} \quad (4)$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência de plântulas; D = número de dias da semeadura até a última contagem ocorrida no 12º dia e N = número de plântulas emergidas da primeira à última contagem.

4.6.2 PERCENTUAL DE GERMINAÇÃO

A germinação em percentual foi calculada como o descrito por Labouriau e Valadares (1976), através da equação (5):

$$G = (N/A). 100 \quad (5)$$

Sendo: G = germinação (%); N = número total de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.

4.6.3 AVALIAÇÃO DAS PLÂNTULAS.

As demais verificações ocorreram no 28º dia após a semeadura, escolhendo 10 plântulas aleatórias de cada bandeja, avaliando o número de folhas por plântula, comprimento da folha, da raiz, massa fresca, e massa seca.

O comprimento da raiz e das folhas foi averiguado usando uma régua de escala de centímetros, e as medidas foram tomadas a partir do ponto de transição entre o hipocótilo e a raiz, ou seja, do colar até a ponta da raiz, as médias foram avaliadas quanto a diferenças estatísticas pelo Teste Tukey, que consiste em comparar todos

os possíveis pares de médias e baseia na diferença mínima significativa, considerando os percentis do grupo.

Para determinação da massa seca, após averiguada o valor da massa fresca em balança analítica (0,001g), as plântulas de cada amostra foram acondicionadas no interior de sacos de papel e colocadas em estufa com circulação de ar a 105°C por 48h. Após a pesagem dividiu-se a massa seca total pelo total de plântulas para determinação do valor médio.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS NA PROPRIEDADE

Os dados da quantificação dos resíduos produzidos no pesqueiro são apresentados na Tabela 2. A partir do levantamento dos tipos de resíduos gerados através da filetagem no estabelecimento, observou-se que os filés corresponderam a 31% da massa bruta da tilápia e os resíduos corresponderam a 69%. O resíduo que tem maior percentual no descarte é a cabeça, chegando a quase 30% da massa da tilápia bruta.

Tabela 2- Composição gravimétrica dos resíduos da filetagem da tilápia

Aproveitamento	Massa (g)	Percentual (%)
Tilápia <i>in natura</i>	665	100
Filés	207	31,0
Vísceras	50	7,5
Cabeça	196	29,5
Espinha	126	19,0
Pele	36	5,5
Escama	50	7,5

Fonte: O Autor (2022)

Comparando esses dados com os obtidos por Vidotti (2011) (Tabela 1), pode-se observar que os valores obtidos da filetagem no referido pesqueiro são bem próximos, chegando a um percentual de 69% do peso bruto da tilápia em resíduos.

Em relação à venda total de tilápia e aos resíduos gerados no decorrer do ano de 2021, (tabela 3) o percentual de resíduos gerados foi de aproximadamente 63% do peso bruto, a diferença de quantidade gerada inferior ao apresentado na Tabela 2, ocorre por conta das diferentes formas de limpeza dos peixes, pois nem sempre são filetados. Alguns clientes solicitam a limpeza simples, onde ocorre a retirada das escamas e vísceras, apenas.

Com uma produção de mais de 2500kg/ano de resíduos é evidente a necessidade de uma gestão sustentável desse montante.

Tabela 3- Levantamento da quantidade venda e resíduos de tilápia produzidos no ano de 2021 no pesqueiro.

Período do ano de 2021	Venda <i>in natura</i> (Kg)	Resíduos (Kg)
Janeiro	421	254
Fevereiro	385	230
Março	354	212
Abril	553	332
Maio	232	135
Junho	202	121
Julho	180	112
Agosto	287	144
Setembro	351	222
Outubro	426	298
Novembro	350	302
Dezembro	338	211
Total	4079	2573

Fonte: O Autor (2021)

5.2 COMPOSTAGEM

A cama de frango e o pó de serra utilizados nas composteiras foram obtidos através de fornecedores locais, podendo ser comprados em maior quantidade com grande facilidade, o que configura um fator positivo aos piscicultores locais. Uma dificuldade encontrada no processo de montagem das composteiras foi a moagem dos resíduos, que foram triturados manualmente, o que demandou tempo extra no processo.

5.2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DA COMPOSTAGEM

A Tabela 4 apresenta a caracterização dos componentes adicionados à composteira.

Tabela 4 - Análise dos componentes utilizados na compostagem

Parâmetro	Componente		
	Cama de Frango	Resíduo de Peixe	Pó de Serra (pinus)
Umidade (%)	15,76	62,91	42,10
Condutividade (µS/cm)	4,81	2,68	1,00
Nitrogênio Total (%)	1,4	5	0,3
Carbono Orgânico Total (%)	12,72	56,82	48,20
pH	7,3	6,24	5,07
C/N	9,1	11,1	160,7

Fonte: O Autor 2021

A massa de cada componente foi calculada mediante resultados obtidos na análise de C/N apresentada na Tabela 4.

5.2.2 RELAÇÃO CARBONO E NITROGÊNIO

As três primeiras composteiras foram montadas seguindo a proporção apresentada na Tabela 5, a fim de manter o balanço 30/1 na relação carbono e nitrogênio descrito na literatura.

Tabela 5- Componentes das composteiras C/ N - 30/1

Material	Massa (k)	(%)	Carbono (%)	Nitrogênio (%)	C/N
Cama de frango	0,680	17	12,7	1,4	9,1
Resíduo de peixe	0,800	20	56,8	5,1	11,1
Pó de Serra	2,520	63	48,2	0,3	160,7
Mistura	4		43,9	1,4	30,3

Fonte: O Autor (2022)

A quarta composteira montada seguiu as seguintes proporções (Tabela 6), a fim de obter um composto com relação carbono e nitrogênio de 25/1.

Tabela 6- Componentes das composteiras C/ N - 25/1

Material	Massa (kg)	(%)	Carbono (%)	Nitrogênio (%)	C/N
Cama de frango	0,800	20	12,7	1,4	9,1
Resíduo de peixe	1	25	56,8	5,1	11,1
Pó de Serra	2,200	55	48,2	0,3	160,7
Mistura	4		43,3	1,4	25,1

Fonte: O Autor (2022)

O processo de compostagem apresentou eficiência na decomposição dos resíduos de tilápia, o composto final, não apresentou pedaços aparentes de material não decomposto, um ponto favorável dessa composição composta por resíduos de tilápia, pó de serra e cama de frango com proporção descrita nas Tabelas 5 e 6. Durante os 60 dias de processo não foi observada produção de chorume, devido à presença do pó de serra que tem uma excelente capacidade de absorção. O cheiro manteve-se ameno durante todo o processo, prevalecendo o odor característico da cama de frango.

5.2.3 TEMPERATURA NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

A verificação diária da temperatura das caixas de compostagem revelou que a utilização da estufa se mostrou irrelevante, pois as médias de temperatura da composteira em temperatura ambiente se mostraram praticamente iguais à composteira em estufa com a mesma relação carbono e nitrogênio.

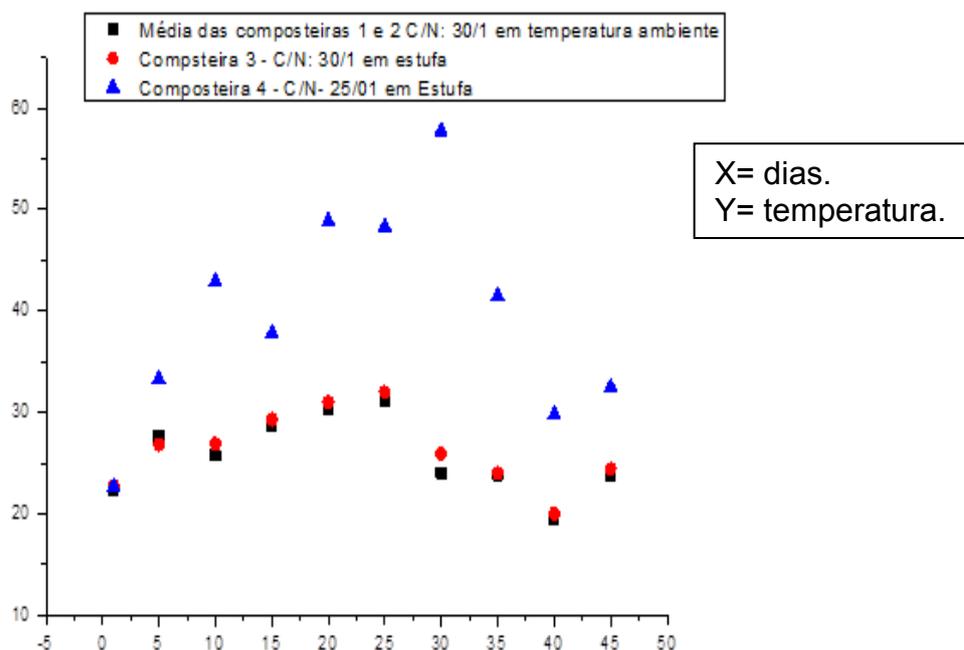
As temperaturas das composteiras de Relação C/N 30/1 não ultrapassaram 35°C, já composteira de relação C/N 25/1 atingiu temperaturas mais elevadas (Gráfico 1).

De acordo com Pereira Neto (2010), até o término da 1ª fase do processo, denominada termofílica, deve-se ter a temperatura média de 55°C. Esta, deve ser controlada por curto período de tempo, visto que a degradação da matéria orgânica (aquecimento) é muito rápida. Na 2ª fase, mais longa, o controle precisa ser gradativo, até que se chegue a 45°C ao seu findar. A partir deste marco, parte-se para a fase da

maturação ou cura, também chamada de fase de resfriamento), onde encontra-se temperaturas com variação entre 30 a 45°C.

Observando o gráfico abaixo, tem-se os seguintes resultados:

Gráfico 1 – Levantamento da temperatura nas composteiras



Fonte: O Autor (2022)

Comparando as informações descritas por INÁCIO E MILLER (2009) e KIEHL (1985), expressas na figura 3, pode-se verificar que as temperaturas observadas no experimento de compostagem (gráfico 1), não atingiram as temperaturas estabelecidas para a fase termofílica e mesofílica.

5.2.4 VARIAÇÃO DO PH E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

O pH e a condutividade elétrica está diretamente relacionado com o fornecimento de nutrientes para as plantas. (LUDWIG et al., 2015) O pH pode aumentar no decorrer do processo de compostagem, chegando a pH 8, em compostos maduros, como cita Valente *et al.* 2009. Sendo assim, tem-se os seguintes resultados na tabela a seguir:

Tabela 7- Valores de pH e Condutividade Elétrica.

Substrato	pH				C.E (mS/cm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
C/N 30/1	6,72	6,74	7,08	7,46	0,9	1,6	1,99	2,3
C/N 25/1	7,72	8,24	8,92	9,44	1,5	2,06	2,72	3,94

Fonte: O Autor (2022)

Os valores descritos na tabela, seguiram uma aferição quinzenal, sendo 1, o 15º e 4, o 60º dia do processo. Como pode-se observar, o pH do composto C/N 30/1, inicialmente, apresentou valores levemente ácidos, atingindo uma faixa neutra ao fim do processo. Já o composto 25/1, obteve valores neutros, inicialmente, findando seu processo com porte alcalino Matos (2015), sugere que, a faixa ideal de pH para a cultura de alface é 6,5 a 7,5, e valores muito acima podem interferir no processo de germinação. O composto C/N 30/1, atingiu resultados dentro da faixa de Ph considerada ideal para o cultivo de alface).

De acordo com Onwosli (2017), a condutividade elétrica se refere à quantidade total de sais e tem direta relação com a qualidade do composto para uso como fertilizante. Ao longo do processo de compostagem, as concentrações de sais tendem a aumentar devido a decomposição da matéria orgânica ou, ainda, a formação de sais minerais como amônio, íons e fosfato ao longo da compostagem.

Como é possível verificar na tabela 7, o composto C/N 30/1, iniciou com valores de condutividade de $0,9 \text{ mScm}^{-1}$, e na aferição final, apresentou o valor de $2,3 \text{ mScm}^{-1}$. Esse aumento durante a compostagem é esperado, uma vez que no decorrer da estabilização do composto ocorre a degradação da matéria orgânica e conseqüentemente, ocasiona a redução da massa dos resíduos. Essa redução de massa tem relação proporcional com a concentração de sais solúveis, elevando os níveis de CE. (CÁCERES; FLOTATS; MARFÀ, 2006)

Para Castellane e Araújo (1995), níveis ideais de CE em produção de alface hidropônica são de $1,5$ a $2,5 \text{ mScm}^{-1}$. O composto C/N 25/1, manifestou níveis de condutividade elétrica acima do recomendado, o que pode ser explicado pelo maior índice de matéria orgânica utilizado em sua composição. Já o composto C/N 30/1, atingiu resultados dentro da faixa considerada ideal para o cultivo de alface.

5.2.5 ANÁLISE DO COMPOSTO

O resultado da análise laboratorial de macro e micronutrientes dos compostos obtidos após a compostagem foram comparados com os do Substrato Carolina Soil®. Pode-se observar na Tabela 8 que existem diferenças significativas entre os substratos em relação ao percentual de cada componente. Os compostos produzidos com diferentes relações carbono e nitrogênio - Composto 01- C/N: 30/1 e composto 02 – C/N: 25/1 apresentaram valores próximos para todos os parâmetros avaliados.

Os três substratos apresentam valores próximos de umidade. Em relação aos índices de matéria orgânica, os valores dos substratos obtidos através da compostagem apresentam um índice significativamente maior que o substrato comercial. Aumentos na matéria orgânica, concentrações de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, aumentos no pH e saturação por bases e capacidade de troca catiônica através da adição de fertilizantes orgânicos podem melhorar a fertilidade do solo em sistemas orgânicos (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004). Os percentuais na relação C/N são bem distintos e os substratos produzidos apresentam 28-30/1, contra 185/1 presente no Carolina Soil®.

Tabela 8 – Caracterização química dos substratos obtidos após compostagem e do substrato comercial Carolina Soil® utilizado na produção das mudas de alface.

Analises	Compsto 1 C/N 30/1	Composto 2 C/N 25/1	Substrato Carolina Soil® *
Umidade	50,18%	55,46%	53%
Calcio total	1,91%	1,27%	0,71%
Magnésio Total	0,16%	0,21%	5,22%
Cobre Total	<LQ	<LQ	0,004%
Zinco Total	0,01%	0,01%	0,03%
Ferro Total	1,15%	0,45%	14,36%
Manganês Total	0,02%	0,02%	0,28%
Sódio Total	0,17%	0,19%	0,27%
Boro Total	0,05%	0,04%	-
Enxofre Total	0,98%	0,62%	-
Nitrogênio Total	1,19%	1,06%	0,11%
Potássio Sol. H2O	0,55%	0,94%	0,06%
P2O5 Total	1,45%	1,6%	-
C.O.T	33,43%	31,85%	-
M.O.	59,85%	56,69%	35%
pH	7,1	6,85	5,91
C/N	28,28	30,04	185,1

* Francesch et. al. 2018.

5.3 RESULTADOS DO TESTE DE GERMINAÇÃO

Os compostos resultantes da compostagem têm muitos benefícios: melhora o crescimento das plantas, controla biologicamente vários patógenos de plantas do solo e modifica positivamente a estrutura do solo, melhorando a retenção de água, estrutura de grãos e aeração (ONWOSI et al. 2017)

Mendonça et al. (2002) indica que, na formação de mudas, é importante utilizar substratos com propriedades físico-químicas suficientes, que forneçam os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta.

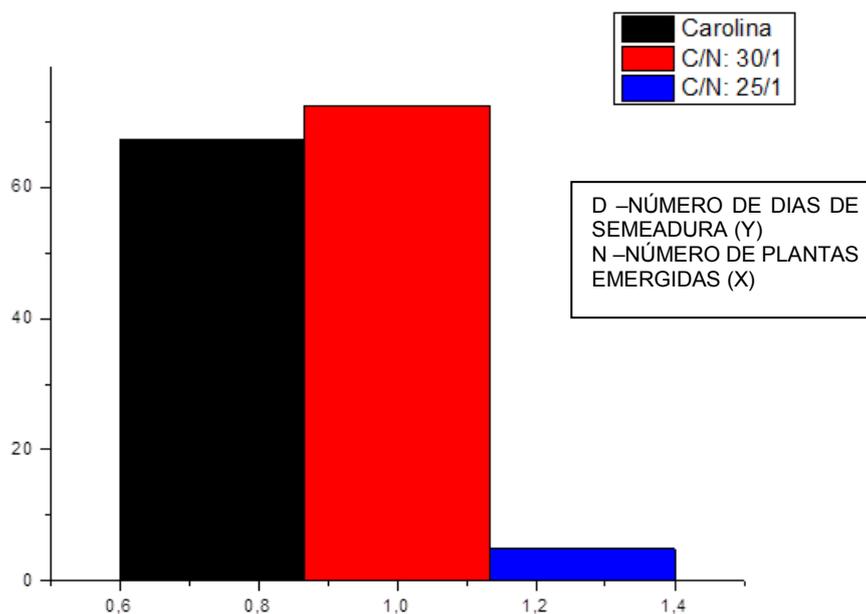
Observando o gráfico 4 é possível notar uma proximidade no número de emergência das sementes nos substratos de relação ao composto 1 e o substrato comercial ao longo dos 12 dias de aferição. O índice de velocidade de emergência foi maior no substrato produzido pela compostagem em comparação ao Carolina Soil®, (Gráfico 2) contrariando a literatura, uma vez que Rockenbanch (2018) afirma que, o Substrato Carolina Soil® tem um maior arranque de Stand de plântulas, por conter trufa canadense e vermiculita, componentes que favorecem um maior percentual de retenção de água. Já o composto 02 apresentou um resultado insatisfatório em todo o processo de germinação. É importante mencionar que o composto 02 apresentou fungos visíveis no interior das células da bandeja após sementeira e germinação, como pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – Fungos no substrato de relação C/N 25/1



Fonte: O Autor (2022)

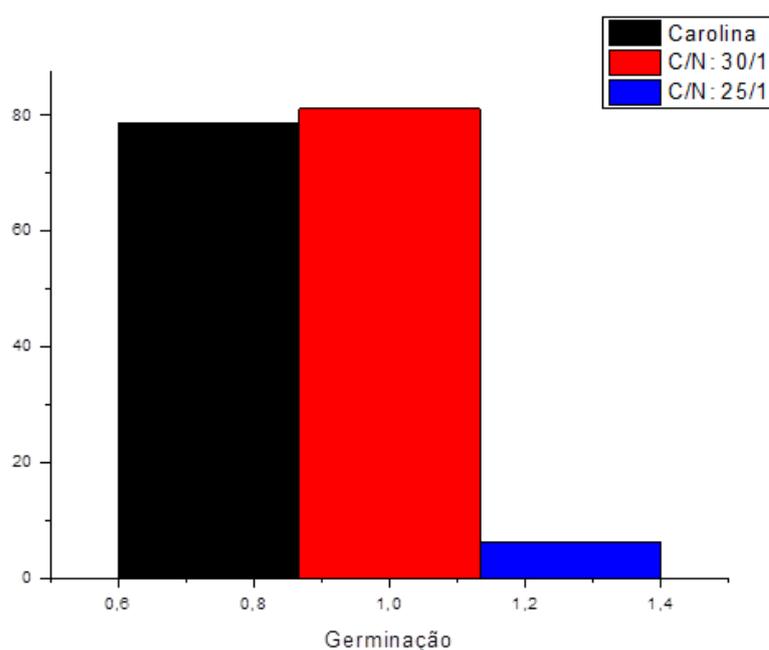
Gráfico 2 – Índice de velocidade de emergência



Fonte: O Autor (2022)

O percentual germinativo para o Carolina Soil® foi de 81% e o composto 1 apresentou rendimento semelhante tendo 78% de germinação, já o composto 2 apresentou um índice germinativo de apenas 6%. (gráfico 03)

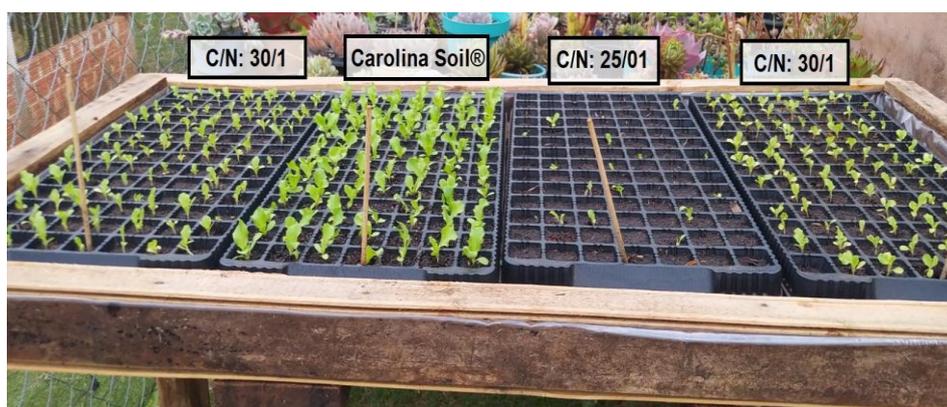
Gráfico 3 – Porcentual de germinação das sementes de alface nos substratos produzidos Carolina Soil®



Fonte: O Autor (2022)

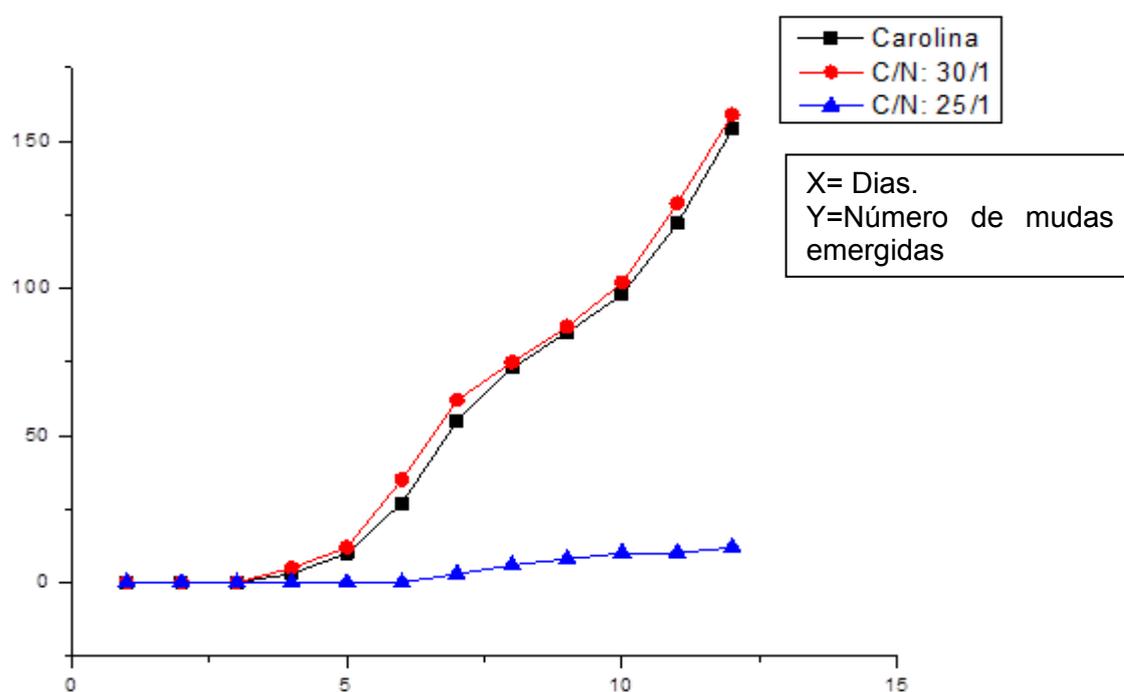
Em relação à quantidade de água utilizada nas regas, todas as bandejas receberam aproximadamente 1,2l cada, o que descarta a possibilidade de alguma das bandejas ter sido favorecida em relação à quantidade aplicada, o que evidencia que o substrato produzido propicia um bom rendimento quanto à retenção hídrica. Da mesma forma, a luminosidade ao longo do dia era recebida por todas as bandejas de forma uniforme, como é possível observar na figura 11.

Figura 11 – Teste de germinação



Fonte: O Autor (2022)

Gráfico 04 - Numero de plântulas emergidas diariamente nos substratos produzidos e o Carolina Soil®



Fonte: O Autor (2022)

5.4 MEDIDAS DAS PLÂNTULAS OBTIDAS

As plântulas foram avaliadas no 28º dia após o plantio. Os parâmetros de comprimento de folhas foram similares entre o composto 01 e o Carolina Soil®, tendo comprimento médio de 3,01 cm e 3,15 cm, respectivamente. Já o composto 02 apresentou plântulas com folhas de tamanho reduzido (Tabela 09).

Tabela 09 – Medidas das plântulas em teste tukey

Média das amostras	Carolina Soil®	Composto 01 C/N-30/01	Composto 02 C/N-25/01
Comprimento raiz (cm)	10,27a	9,44a	5,47b
Comprimento folha (cm)	3,15a	3,04a	1,7b
Número de folhas	4,7a	4,4a	2,7b

*Letras iguais indicam que no nível de 5% de significância não há diferença entre as médias

Fonte: O Autor (2022)

A Figura 12 apresenta as plântulas obtidas em cada tipo de substrato. É possível observar visualmente a semelhança entre as plântulas produzidas pelo substrato Carolina Soil® e o C/N-30/1, quanto ao comprimento de folhas e raiz. Já última planta se refere ao C/N-25/01, que apresenta parâmetros inferiores.

Figura 12 – Plântulas de *Lactuca sativa* obtidas no experimento



Fonte: O Autor (2022)

O mesmo resultado pode ser observado para os parâmetros de comprimento de raiz, número de folhas, e analisando os dados através do teste de Tukey com percentual de significância de 5% (tabela 09) o composto 01 e o Carolina Soil® obtiveram o mesmo resultado, para os índices avaliados e o composto 2 apresenta parâmetros com rendimentos inferiores.

Quanto ao índice de massa fresca e seca (Tabela 10), os compostos 01 e Carolina Soil® apresentaram parâmetros similares, enquanto o composto 2 apresentou valores cerca de 50% menores que os obtidos para os outros substratos, possivelmente devido ao atraso germinativo, causado a presença de fungos.

Tabela 10 – Índice de massa fresca e seca

	Composto 01 C/N-30/1	Composto 02 C/N-25/01	Carolina Soil®
Massa fresca (g)	0,197	0,102	0,202
Massa seca (g)	0,173	0,085	0,176

Fonte: O Autor (2022)

Durante o teste de germinação, o substrato de relação C/N 25/1 apresentou desempenho inferior ao substrato comercial e ao composto de relação inicial C/N 30/1. A possível causa dessa diferença na germinação pode ter sido a proliferação visível de colônias de fungos no substrato (Figura 10)

Germinação de sementes e pré e pós-emergência sob a influência de vários fungos patogênicos transmitidos por sementes e fungos do solo foi estudada por Moraes (2016). No estágio de pré-emergência, esses fungos causaram distúrbios no crescimento, destruindo as sementes e os embriões que estavam a se desenvolver, resultando em baixas taxas iniciais.

Segundo Lopes (2010), no manual de doenças da Embrapa, fungos do gênero *Pythium* spp. e *Rhizoctonia solam* podem causar Tombamento ou " *damping-off*" em cultivares de alface. O principal sintoma é a destruição do tecido da planta jovem, causando o apodrecimento das plantas antes mesmo da emergência.

Para Pereira Neto (2007), a taxa de decomposição é maior na faixa de temperatura de 45°C a 55°C, para garantir a higiene, ou seja, para destruir microorganismos patogênicos, é necessário que temperaturas acima de 55°C sejam atingidas durante o processo, o que pode ter favorecido a proliferação de fungos no substrato de relação C/N 25/1, pois o mesmo atingiu apenas em um dia os valores

esperados de temperatura para a fase termofílica, contudo, o composto de relação C/N 30/1 também obteve temperaturas inferiores às sugeridas por Kiehl (1985) e não demonstrou a presença de fungos ou microrganismos patogênicos no processo de germinação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compostagem de resíduos de tilápia foi realizada utilizando cama de frango e pó de *Pinus* como fontes de carbono. O processo de compostagem se mostrou viável na gestão de resíduos provenientes da criação de comercialização de tilápias em pesqueiros de pequeno porte, uma vez que os experimentos em bancada do substrato C/N 30/1 mostraram que é possível obter um composto com eficiência comparável à eficiência do substrato comercial na germinação de sementes de alface.

A etapa mais difícil do processo de compostagem é a moagem das carcaças, vísceras e aparas de tilápia, em um processo de média escala como o desenvolvido em leiras, é conveniente a obtenção de uma máquina automática específica para moagem, além da prévia obtenção de fornecedores pó de serra e cama de frango, facilitando o processo de montagem.

O substrato produzido teve rendimento similar ao comercial, apresentando velocidade de emergência, quantidade de folhas, comprimento de folha e raiz, massa fresca e massa seca equivalentes ao do substrato comercial, viabilizando o seu uso.

A presença visível de fungos no composto de relação C/N: 25/1 e o baixo índice de germinação de sementes de alface indicam a necessidade de estudos mais aprofundados, para avaliar se a contaminação ocorreu durante o processo de compostagem, ou se determinadas razões C/N podem favorecer o desenvolvimento de fungos patógenos.

REFERÊNCIAS

ABNT. 2004. **Resíduos sólidos** – Classificação. NBR 10004. Válido a partir de 11/2004.

APHA. AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington: American Public Health Association, 2012.

ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R.; OETTERER. **Use of fish waste as silage: a review**. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 50, n. 5, p. 879- 886, 2007.

BARROS, A. M. de L. **Aplicação do modelo Moneris à bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, Recife, 193 p. 2008.

BARROSO et al. **Diagnóstico da cadeia de valor da tilapicultura no Brasil. Emprapa Pesca e Aquicultura**, Palmas, TO. 2009

BORGES, A. M. **Manual de criação de tilápia**. EMATER.DF. 2009 p.9

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 01 Out 2020.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura – 2010**. Brasília, DF, 2012

BRUNO, F.H.S.; SALES, R. de O.; OLIVEIRA, A.L.T. de; FREITAS, J.B.S. **Avaliação da composição mineral do adubo orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no desenvolvimento da cultura de cebolinha (*Allium schoenoprasum*)**. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 7, n. 2, p. 106-125, 2013b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130013> acesso em: 20/09/20

CÁCERES, R.; FLOTATS, X. & MARFÀ, O. **Changes in the chemical and physicochemical properties of the solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies**. *Waste Manag*, v. 26, p. 1081-1091, 2006.

CARMO, D. L.; SILVA, C. A. **Métodos de Quantificação de Carbono e Matéria Orgânica em Resíduos Orgânicos**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, p. 1211-1220, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n4/15.pdf>. Acesso em: 29/05/21

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. **Cultivo sem solo – Hidroponia**. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995.

Circular Técnica 26: **Emprego da Compostagem para destinação Final de Suínos Mortos e Restos de Parição**, Embrapa, 2001, disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82371/1/CiT26.pdf>

COSTA, M.S.S.M. **Caracterização dos rejeitos de novilhos superprecoces: reciclagem energética e de nutrientes**. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Unesp, Botucatu, São Paulo.

CUNHA-QUEDA, A.C.F., VALLINI, G., BRUNO DE SOUSA, R.F.X., ALMEIDA DUARTE, E. C. N. F. **Estudo da evolução de actividades enzimáticas durante a compostagem de resíduos provenientes de mercados horto-frutícolas**. Anais do Instituto Superior de Agronomia, p.193-208, 2003.

DA SILVA, L.N. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná

DIAS, DIVANITA CÂNDIDA DA SILVA. **ESTRATÉGIAS PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE PIRACANJUBA-GO**. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Goiás - Goiânia – GO, 2009.

FAO, 2020. **FAO Aquaculture Newsletter**. Roma, n. 61, p.60, 2020.

FELTES, M.M.C.; CORREIA, J.F.G.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M.; NINOW, J.L.; SPILLER, V. R. 2010 **Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 14(6): 669-677.

FERNANDES JÚNIOR, F.; KANO, C.; AZEVEDO FILHO, J.A. de.; DONADELLI, A. 2009. **Efeito de fertilizante orgânico oriundo de restos de pescado fresco fermentado, em batata produzida em sistema orgânico**. Horticultura Brasileira, 27(2): 184-188

FRANCESCHI, Émerson et al. **Vermicomposto na composição do substrato para produção de mudas Schinus terebinthifolius**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v.38, e201801653, p 1-10, dezembro, 2018. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1653>

FRANCO, DA. **Animal disposal – the environmental, animal disease, and public health related implications: an assessment of options**. In: CALIFORNIA DEPARTMENT OF FOOD AND AGRICULTURE SYMPOSIUM, 2002, Sacramento.

GUO, R.; LI, G.; JIANG, T.; SCHUCHARDT, F.; CHEN, T.; ZHAO, Y.; SHEN, Y. **Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost**. *Bioresource Technology*, v.112, p.171-178, 2012.

IAPAR – **Atlas climático do Paraná** Disponível em:
<http://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlasclimatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf> acesso: 21/06/21

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

INÁCIO, C. de T.; MILLER, P. R. M. (2009). **Compostagem - Ciência prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Empra Solos. 156p.

KIEHL, E. J. **Adubação orgânica - 500 perguntas e respostas**. Piracicaba, SP. 2008.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 492p. 1985.

KIEHL, E.J. **Manual da Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. 4ªed. Piracicaba, 173p. 2004.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. Gráfica e Editora Degaspari. Piracicaba, 1998.

LABORIAL, L. G.; VALADARES, M. B. **On the germination of seeds of Calotropis procera**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, São Paulo, n.48, 174-186, 1976.

LIAO, P.H.; MAY, A.C.; CHIENG, S.T. 1995 **Monitoring process efficiency of a full-scale in-vessel system for composting fisheries wastes**. *Bioresource Technology*, p.54: 159-163

LIMA, L. K. F. **Resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado**. Palmas – TO:EMBRAPA, 2013. p.21-23

LIMONGI, B; PFITSCHER, E. D; SPLITTER, K. **Sustentabilidade ambiental: estudo em uma indústria de pescado**. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v.6, n.1, p.135-154, 2013.

LOPES, C. A.; QUEZADO DUVAL, A. M.; REIS, A. **Doenças da alface**. - **Portal Embrapa**. Disponível em:
<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/866064/doencas-da-alface>>. Acesso em: 26 set. 2022

LOPES, Ivã Guidini L864t. **Tratamento de resíduos da aquicultura: compostagem e uso de mosca soldado negro** / Ivã Guidini Lopes. Jaboticabal, 2020

LUDWIG, F et al. **Metodologias para monitoramento nutricional de gébera cultivada em substrato**. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Brasília, v. 21, n.1, 2015, p. 77-84, 2015.

LUTOSA NETO, A. D. (1994), **Elaboração e caracterização química funcional e nutricional de ensilados de resíduos de pescado da família Lutjanidae**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil. 77p.

MADY, F. T. M. **Produção de adubo orgânico: fonte alternativa de renda para pequenos produtores**. Manaus:Sebrae-AM/ Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997, 319 p.

MARCHI, J.F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de tilápia Nilótica, Oreochromis niloticus L**. Viçosa, 1997, 85p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa (UFV)

MATOS, A. T. de. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos**. Viçosa: UFV, 2014.

MENDONÇA, V.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, S. E. de; PIO, R.; GONTIJO, T. C. A.; JUNQUEIRA, K. P. **Substratos e quebra de dormência na formação do porta-enxerto de gravioleira** cv. RBR. Revista Ceres, Viçosa, v. 49, n. 286, p. 657-668. 2002

MERCANTE, C. T. J. et al. **Qualidade da água de efluentes de pesqueiros situados na bacia do Alto Tietê**. Bioikos, Campinas, 25(1):41-52, jan./jun., 2011.

MGF, Pacheco; LF, Gonzaga; DF, da Silva; JJ, de Sousa Eliomar. **Avaliação da qualidade do adubo orgânico produzido pelo processo de compostagem, a partir dos Resíduos de Pescado gerados no Mercado do Peixe em São Luís-MA** Revista Geama 5 (2), 43-48. 2019.

MORAES, S. A. de. **Amendoim: Principais doenças, manejo integrado e recomendações de controle. 2006**. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Amendoim/index.htm>. Acesso: 20. agost.2020.

OLIVEIRA, A. B. et al. **COLEÇÃO 500 PERGUNTAS, 500 RESPOSTAS**. Embrapa, Brasília, 274 p. 2019.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Francisco: Embrapa Agroindústria Tropical. 2004. 17 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 89)

ONWOSI, C.O.; IGBOKWE, V.C.; ODIMBA, J.N.; IFEANYICHUKWU, E.E.; MARY, O.; NWANKWOALA, I.N.; LEWIS, I.E. **Composting technology in waste stabilization: On the methods challenges and future prospects**. Journal of Environmental Management. Espanha, v.190, p.140-157, 2017.

PAIVA, D. P. **Compostagem: destino correto para animais mortos e restos de parição**. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, 2004.

PAPA FRANCISCO. **Papa em apelo ao meio ambiente: Deus deu um jardim, não deixemos um deserto aos filhos**. Disponível em:

<<https://www.vaticannews.va/pt/papa/news/2021-05/papa-francisco-mensagem-video-plataforma-de-acao-laudato-si-21.html>>

PARANÁ. **Lei Estadual Nº 12.493, de 22 de janeiro 1999**. Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos. Paraná, 1999.

PEIXE BR Associação Brasileira de Piscicultura. **Anuário da Piscicultura 2021**. Disponível em: Acesso em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/> 21 jun. 2021.

PEREIRA-NETO, J. T. **Manual de Compostagem: Processo de baixo custo**. 3ªEd. Editora UFV, 2007. 81p.

PEREIRA, T.J.F.; FERREIRA, L. K. S.; EVERTON, F. A.; FRAZÃO, F. B.; LIMA, M. F. V. **Comercialização de pescado no Portinho em São Luís, Estado Do Maranhão, Brasil: Uma Abordagem Socioeconômica dos Trabalhadores. São Luís**. Revista Brasileira de Engenharia e Pesca, v. 5, p. I-VIII, 2010.

PIMENTA, M.E.S.G.; FREATO, T.A.; OLIVEIRA, G. R. **Silagem de pescado: Uma forma interessante de aproveitamento de resíduos do processamento de peixes**. Minas Gerais. Revista Eletrônica Nutritime, v.5, n° 4, p. 592-598, 2008.

PRADO, E.A.F.; MORENO, L.B.; SANTOS, M.L.S; ENSINAS, S.C; SILVA, C.D. **Diferentes substratos no desenvolvimento inicial de alface**. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE APUCARANA- **Plano de Desenvolvimento Rural sustentável municipal 2017-2020**. Disponível em: http://www.apucarana.pr.gov.br/site/wpcontent/uploads/pdf/plano_rural_sustentavel_municipal-2017.pdf acesso: 21/06/21

ROSA, M. J. S. **Aproveitamento integral dos resíduos da filetagem de tilápia e avaliação do impacto econômico**. 2009. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista. Centro de Aquicultura, Jaboticabal.

SANES, F.S.M.; STRASSBURGER, A.S.; ARAÚJO, F.B.; MEDEIROS, C.A.B. **Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos**. Semina: Ciências Agrárias, v.36, n.3, p.1241- 1252, 2015.

SANTOS, J. L. D. **Caracterização físico-química e biológica em diferentes laboratórios de produtos obtidos a partir da compostagem de resíduos orgânicos biodegradáveis**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada), Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2007.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Rio de Janeiro: Ipea, 2017. 42 p

SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. **Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho**. Brazilian Journal of Food Technology. Campinas, V6, N2 p.333-337, 2003.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESA - SEBRAE. **Uso de resíduos e dejetos: como fonte de energia renovável**. 2012. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br>>. Acesso em: 23/09/20

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; ALVAREZ, E.J.S.; BRAGA, F.M.S 2008. **Water quality and zooplankton in tanks with larve of brycon orbignyanus** (Valenciennes, 1949). Brazilian jornal Biology, 68(1): 77-86.

STORI, F.T.; BONILHA, L.E.C.; PESSATTI, M.L. **Proposta de aproveitamento dos resíduos das indústrias de beneficiamento de pescado de Santa Catarina com base num sistema gerencial de bolsa de resíduos**. In: Instituto Ethos. Responsabilidade social da empresas: uma contribuição das universidades. Peirópolis: Editora Fundação Peirópolis, p. 373-406.

SUCASAS, L. F. A. **Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade da cadeia produtiva**. 2011. 166f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo.

VALENTE, B.S. et al. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. Pelotas-RS. 2009.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S.; MARTINS, M.I.E.G. **Farinha e Óleo de Resíduos de Tilápia: Informações Técnica e Econômica**. Jaboticabal: Funep, 2011. 24 p.

VIDOTTI, R. M. **Tecnologia para o aproveitamento integral dos resíduos do agronegócio da piscicultura**. In: Workshop de Piscicultura do Noroeste Paulista, 1, 2009, Votuporanga. Resumos...Votuporanga: Noroeste Paulista, 2009.