

**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

**ANTONY LUCA LUNA VIEIRA DE ABREU  
BÁRBARA PEREIRA STORCK**

**CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE LEVEDURA RESIDUAL DA INDÚSTRIA  
CERVEJEIRA COMO POTENCIAL ALIMENTAR NA CADEIA PRODUTIVA DA  
PISCICULTURA**

**ARACRUZ**

**2023**

ANTONY LUCA LUNA VIEIRA DE ABREU  
BÁRBARA PEREIRA STORCK

**CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE LEVEDURA RESIDUAL DA INDÚSTRIA  
CERVEJEIRA COMO POTENCIAL ALIMENTAR NA CADEIA PRODUTIVA DA  
PISCICULTURA**

Monografia apresentada à Coordenadoria do Curso de Química Industrial do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Aracruz, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Orientadores: Prof. Dr. Frederico da Silva Fortunato e Prof. Dr. André Romero da Silva.

ARACRUZ  
2023

(Biblioteca do Campus Aracruz)

A162c Abreu, Antony Luca Luna Vieira de.

Caracterização e utilização de levedura residual da indústria cervejeira como potencial alimentar na cadeia produtiva da piscicultura / Antony Luca Luna Vieira de Abreu, Bárbara Pereira Storck. - 2023.

45 f. : il. ; 30 cm .

Orientador: Frederico da Silva Fortunato

Coorientador: André Romero da Silva

TCC (Graduação) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Aracruz, Química Industrial, 2023.

1. Indústria de cerveja. 2. Levedura residual. 3. Rotíferos. 4. Aquicultura. I. Fortunato, Frederico da Silva. II. Silva, André Romero da. III. Título IV. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 663.42

Bibliotecário/a: Elieser Moreira Santos Junior CRB6-ES nº 771

**ANTONY LUCA LUNA VIEIRA DE ABREU  
BÁRBARA PERERIRA STORCK**

**CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE LEVEDURA RESIDUAL DA INDÚSTRIA  
CERVEJEIRA COMO POTENCIAL ALIMENTAR NA CADEIA PRODUTIVA DA  
PISCICULTURA**

Aprovada em 31 de março de 2023.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenadoria do Curso de Química Industrial, do  
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Aracruz,  
como requisito parcial para a obtenção do título de  
Bacharel em Química Industrial.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Frederico da Silva Fortunato  
(Orientador)  
Instituto Federal do Espírito Santo

---

Prof. Dr. André Romero da Silva  
(Orientador)  
Instituto Federal do Espírito Santo

---

Me. Tatiana Candeia da Silva Fortunato  
(Membro Interno)  
Instituto Federal do Espírito Santo

---

Dra. Cristina Vaz Avelar de Carvalho  
(Membro Externo)



Emitido em 31/03/2023

**FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC Nº 1/2023 - ARA-ENCISA (11.02.16.01.02.07)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 31/03/2023 22:31 )*

ANDRE ROMERO DA SILVA

PRO-REITOR(A) - TITULAR

REI-PRPPG (11.02.37.15)

Matrícula: 1653769

*(Assinado digitalmente em 31/03/2023 21:39 )*

FREDERICO DA SILVA FORTUNATO

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

ARA-CCLQ (11.02.16.01.03.02.05)

Matrícula: 1815127

*(Assinado digitalmente em 31/03/2023 21:53 )*  
TATIANA CANDEIA DA SILVA FORTUNATO

DIRETOR - TITULAR

ARA-DPPE (11.02.16.04)

Matrícula: 2694576

*(Assinado digitalmente em 31/03/2023 21:40 )*

ANTONY LUCA LUNA VIEIRA DE ABREU

DISCENTE

Matrícula: 9999272543

*(Assinado digitalmente em 31/03/2023 21:41 )*

CRISTINA VAZ AVELAR DE CARVALHO

ASSINANTE EXTERNO

CPF: \*\*\*.299.800.\*\*

*(Assinado digitalmente em 31/03/2023 21:50 )*

BÁRBARA PEREIRA STORCK

DISCENTE

Matrícula: 9999272548

Visualize o documento original em <https://sipac.ifes.edu.br/documentos/> informando seu número: **1**, ano: **2023**, tipo:  
**FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC**, data de emissão: **31/03/2023** e o código de verificação: **309710dc4e**

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que este Trabalho de Conclusão de Curso pode ser parcialmente utilizado, desde que se faça referência à fonte e à autora.

Aracruz, 09 de maio de 2023.

ANTONY LUCA LUNA VIEIRA DE ABREU  
BÁRBARA PEREIRA STORCK



Documento assinado digitalmente

BARBARA PEREIRA STORCK

Data: 09/05/2023 09:06:57-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

## **AGRADECIMENTOS**

Eu Antony Luca Luna Vieira de Abreu, agradeço primeiramente à Deus por me acompanhar em cada fase de minha vida.

À minha família, em especial minha mãe e irmã por estarem sempre ao meu lado me dando todo o apoio que precisei. Obrigado por sempre me apoiarem, pela paciência, conselhos e por acreditarem em mim e por me amarem incondicionalmente.

Ao IFES e seus técnicos que deram todo o suporte na parte experimental.

Aos meus orientadores, pela paciência, dedicação, por cada sugestão e correção que tornou esse trabalho ainda melhor.

Às empresas que forneceram as leveduras e ao Ictiolab que forneceu os rotíferos.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma maneira, para esta pesquisa.

Eu, Bárbara Pereira Storck, agradeço inicialmente à Deus por sempre me guiar pelos melhores caminhos.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, por sempre estarem comigo e não medirem esforços para que eu alcançasse meu objetivo.

Ao meu namorado, por estar comigo em todos esses momentos, me dando o apoio necessário e sempre acreditando no meu potencial.

Aos meus amigos, que estiveram comigo, me apoiaram e ouviram minhas lamentações.

Aos professores, em especial aos meus orientadores, que me entregaram todo conhecimento necessário para a finalização do meu curso e me auxiliaram na escrita deste trabalho tão importante.

Ao IFES pela infraestrutura para a realização dos experimentos necessários.

Ao Ictiolab, pelo fornecimento dos rotíferos e pelo conhecimento fornecido por eles para agregar ao nosso trabalho.

Meu muito obrigada! Vocês foram essenciais para a finalização deste trabalho.

*“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais para temer menos.”*

*Marie Curie.*



## RESUMO

O rotífero é responsável por cerca de 90% da dieta alimentar inicial da maioria das espécies de peixes cultivadas em cativeiro, na sua fase larval. Esse animal, aquático e microscópico, é um dos alimentos vivos mais utilizados na larvicultura. O presente trabalho busca investigar a utilização da levedura residual proveniente da indústria cervejeira como fonte alimentar para a produção de rotíferos. Inicialmente foram estudadas três cepas de levedura, *Saccharomyces cerevisiae*, duas de origem de cervejarias distintas (A) e (B), e uma cepa controle (C), comercializada como fermento de padaria. As análises de caracterização bioquímica dos carboidratos totais, lipídios e proteínas mostram diferença entre a levedura (A) e a levedura controle (C). A levedura (B) apresentou resultados próximos ao controle (C), por esta razão, e devido ao tempo do experimento, sua influência no crescimento dos rotíferos não foi testada. A levedura (A), apresentou teor de carboidrato totais ( $46,93\% \pm 0,0083$ ) e proteínas ( $52,64\% \pm 0,0044$ ), superiores ao controle (C), carboidratos totais ( $34,43\% \pm 0,0099$ ) e proteínas ( $40,71\% \pm 0,0032$ ). Entretanto, o teor de lipídios da levedura (A), ( $0,85\% \pm 0,0014$ ), foi inferior ao controle (C), ( $2,05\% \pm 0,0033$ ). O cultivo iniciou-se com densidade média de 35 rotíferos por ml nos tratamentos com levedura (A) e 25 rotíferos por ml nos tratamentos com levedura controle (C) e finalizou, no seu 3º dia de experimento com densidade média de 49 rotíferos por mL alimentada com a levedura (A) e 61 rotíferos por ml alimentada com o controle (C). Esses dados sugerem que a deficiência no teor de lipídios da levedura (A) pode ter influenciado na baixa densidade média da população de rotífero no 3º dia de cultivo, embora, o teor de carboidratos e proteínas da levedura (A) sejam superiores a levedura controle (C). Concluímos que a formulação fornecida com a levedura (A) não atingiu os níveis de densidade média populacional da levedura controle (C), contudo, a levedura (A) não impediu o crescimento populacional e reprodução dos animais, podendo ser utilizada na alimentação dos rotíferos em ambiente artificial com auxílio de suplementação de lipídeos na formulação da dieta.

Palavras-chave: Levedura residual. Rotíferos. Aquicultura. *Saccharomyces cerevisiae*.

## ABSTRACT

The rotifei is responsible for about 90% of the initial diet of most species of fish cultivated in captivity, in its larval phase. This animal, aquatic and microscopic, is one of the most used live foods in aquaculture. This study seeks to investigate the use of residual yeast from the brewing industry as a food source for the production of rotifeis. Initially, three strains of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, two from different breweries (A) and (B), and a control strain (C), marketed as baking yeast were studied. The biochemical characterization analyzes of total carbohydrates, lipids and proteins show difference between yeast (A) and control yeast (C). Yeast (B) presented results close to control (C), for this reason, and due to the time of the experiment, its influence on the growth of rotifeis was not tested. Yeast (A), presented total carbohydrate content (46.93% 0.0083) and proteins (52.64% 0.0044), higher than control (C), total carbohydrates (34.43% 0.0099) and proteins (40.71% 0.0032). However, the lipid content of yeast (A), (0.85% 0.0014), was lower than the control (C), (2.05% 0.0033). The cultivation began with an average density of 35 rotifeis per ml in the treatments with yeast (A) and 25 rotifeis per ml in the treatments with yeast control (C) and finished on its 3rd day of experiment with average density of 49 rotifeis per mL fed with yeast (A) and 61 rotifeis per ml fed with control (C). These data suggest that the deficiency in the lipid content of yeast (A) may have influenced the low average density of the rotifei population on the 3rd day of cultivation, although the carbohydrate and protein content of yeast (A) are higher than the control yeast (C). We conclude that the formulation supplied with yeast (A) did not reach the levels of population density of yeast control (C), however, the yeast (A) did not prevent the population growth and reproduction of animals, and can be used in the feeding of rotifeis in artificial environment with the aid of lipid supplementation in the formulation of the diet.

Keywords: Residual yeast. Rotifeis. Aquaculture. *Saccharomyces cerevisiae*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma de produção de cerveja simplificado.....	18
Figura 2: Rotíferos.....	21
Figura 3: Fêmeas de rotíferos com ovos .....	21
Figura 4: Levedura coletada na cervejaria de maior porte.....	23
Figura 5: Cepa de rotíferos recebida .....	26
Figura 6: Experimento com rotíferos .....	26
Figura 7: Procedimento de Feeling onde: A é o início da titulação, B o início da viragem, C titulação concluída.....	29
Quadro 1: Classificação dos lipídios encontrados na <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	31
Figura 8: Procedimento Kjeldahl onde: A preparo da amostra para a digestão, B amostra digerida, C início da destilação de nitrogênio da amostra, D amostra destilada, E ponto de viragem da titulação .....	33
Gráfico 1: Média populacional de rotíferos adultos.....	34
Gráfico 2: Média de Produção de Ovos.....	35
Gráfico3: Percentagem de fêmea ovada .....	36
Gráfico 4: Taxa de crescimento populacional.....	37
Gráfico 5: Taxa de duplicação .....	37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
3.1	OBJETIVO GERAL	16
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>17</b>
4.1	PROCESSO CERVEJEIRO	17
4.2	LEVEDURAS	18
4.3	USOS DO RESÍDUO DE LEVEDURA	19
4.4	ROTÍFEROS	20
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>23</b>
5.1	COLETA DO RESÍDUO	23
5.2	LAVAGEM E SECAGEM DA LAMA DE LEVEDURA	23
5.3	TEOR DE UMIDADE	24
5.4	QUANTIFICAÇÃO DE BIOMOLECULAS	24
<b>5.4.1</b>	<b>Carboidratos</b>	<b>24</b>
<b>5.4.2</b>	<b>Lipídios</b>	<b>24</b>
<b>5.4.3</b>	<b>Proteínas</b>	<b>24</b>
5.5	ANÁLISE DOS DADOS BIOQUÍMICOS	25
5.6	TESTE COM ROTÍFEROS	25
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>28</b>
6.1	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO RESÍDUO	28
<b>6.1.1</b>	<b>Carboidratos</b>	<b>29</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Lipídios</b>	<b>30</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Proteínas</b>	<b>32</b>
6.2	ROTÍFEROS	34
<b>6.2.1</b>	<b>Crescimento populacional</b>	<b>34</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Produção diária de ovos</b>	<b>35</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Percentagem de fêmeas ovadas</b>	<b>35</b>
<b>6.2.4</b>	<b>Taxa de crescimento populacional</b>	<b>36</b>
<b>6.2.5</b>	<b>Tempo de duplicação</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>38</b>
	Referências	39

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, são produzidos cerca de 15,4 bilhões de litros de cerveja, sendo 3,8% de cervejas artesanais. Estima-se que no mundo são produzidos aproximadamente 191,1 bilhões de litros de cerveja por ano, ficando o Brasil em terceiro lugar do ranking, atrás apenas da China (43 bilhões) e dos Estados Unidos (22,1 bilhões) (KIRIN, 2019;; SACCHAROBEER, 2020; SINDICERV, 2023).

A produção de cerveja gera uma grande quantidade de resíduos úmidos de Cervejaria (RUC), dentre eles temos: o bagaço do malte, o *Trub* e a lama de levedura.

Segundo Jaeger (2020), é estimado que a cada um milhão de litros sejam geradas de 15 a 18 toneladas de leveduras. A lama de levedura é comumente descartada pela indústria cervejeira, contudo é possível dar um destino mais nobre a esse rejeito, utilizando esse microrganismo como fonte de carboidrato, proteínas, complemento vitamínico do complexo B em suplemento alimentar humano e animal.

Seu uso geralmente é considerado seguro para os seres humanos. Porém seu alto nível de ácidos nucléicos (6% a 15%) faz com que a sua utilização seja limitada para a dieta humana, sua alta concentração dos ácidos nucléicos, está ligada ao aumento do ácido úrico presente no sangue, o que pode levar a uma hiperuricemia. Portanto, a lama de levedura vem sendo utilizada como uma fonte de proteína de baixo custo para a alimentação animal. Contudo, há algumas desvantagens, como o alto custo de transporte, baixa vida útil do produto e a necessidade de adicional de processamento e preparação. (PODPORA et al., 2016; JAEGER et al., 2020; PULIGUNDLA, 2020).

A presente proposta de pesquisa busca verificar a potencialidade do uso da lama de levedura, resíduo úmido de cervejaria, como fonte de suplemento alimentar para o rotífero. O rotífero é o alimento vivo mais utilizado na larvicultura de diversas espécies de peixe, sendo considerada um dos fatores mais importantes para o sucesso da piscicultura marinha. Esses animais são responsáveis por cerca de 90% da dieta inicial de larvas da maioria das espécies de peixes cultivadas. (ROTTA, et al., 2012).

Tomando como base o uso em alimentação animal, as leveduras podem ser benéficas para rotíferos (zooplânctons), de várias maneiras. Em primeiro lugar, elas podem fornecer a eles uma fonte de alimento alternativo, já que se alimentam de matéria

orgânica, incluindo algas, bactérias e outros pequenos organismos, complementar ou suplementar a outras fontes de alimento disponíveis (HIRATA, et al., 1993).

Rotíferos e os peixes estão relacionados principalmente como elementos de uma cadeia alimentar aquática, já que os rotíferos são uma das principais fontes de alimento para muitas espécies de peixes, especialmente as larvas e os juvenis. Além disso, os rotíferos também são importantes na produção de alimento vivo para peixes em aquicultura e são frequentemente cultivados em grande escala, pois são uma fonte rica em nutrientes, de fácil digestão e de tamanho adequado (VALENÇA, 1997).

Como a piscicultura no Brasil vem se desenvolvendo nos últimos anos com avanços consideráveis em aumentos de produtividade e profissionalização do setor. Esse crescimento está interligado diretamente ao mercado doméstico, já que, de 579 mil toneladas produzidas em 2019, apenas 6542 toneladas foram destinadas para o mercado exportador (IBGE/PPM, 2019; CIAQUI, 2019).

Diante do exposto, o trabalho apresenta a seguinte problemática: encontrar um destino mais proveitoso para a lama de levedura, verificando a potencialidade desses resíduos como suplemento alimentar do rotífero a ser utilizado como alimento vivo na cadeia produtiva da piscicultura marinha. Desta forma, esse estudo trabalha com a seguinte pergunta de pesquisa: É possível usar a lama de levedura como suplemento alimentar para os rotíferos?

## **2 JUSTIFICATIVA**

No processo cervejeiro o resíduo de levedo é gerado em abundância, mas descartado pela indústria, então aproveitamento da levedura residual pode agregar um ganho econômico para indústrias cervejeiras, tanto como uma economia nos gastos com o descarte do resíduo, quanto em uma aquisição de valor no resíduo considerando que ele pode ser considerado como um subproduto do processo, além de diminuir os custos da produção na piscicultura, pois esse fungo pode ser utilizado como suplemento proteico na alimentação de rotífero, bem como, peixes, animais e humanos. Entretanto, a produção de alimento vivo em quantidade adequada, pode favorecer a economicamente a produção de larvas de peixe marinho. Assim, o trabalho se justifica porque o uso da lama de levedura na produção de alimento vivo, pode possibilitar um ganho em termos econômicos com a redução de custo ambiental devido a promoção de sustentabilidade levando em consideração a crescente quantidade de resíduo de levedura gerado pelas cervejarias da região.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho busca investigar a utilização da lama de levedura proveniente da indústria cervejeira como fonte alimentar para a produção de rotíferos, *Brachionus sp.*

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar a composição química a lama de leveduras de duas cervejarias.
- Descrever diversos usos do resíduo de levedura.
- Preparar uma formulação a base da lama de levedura, e verificar sua influência no desenvolvimento dos rotíferos.



## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 PROCESSO CERVEJEIRO

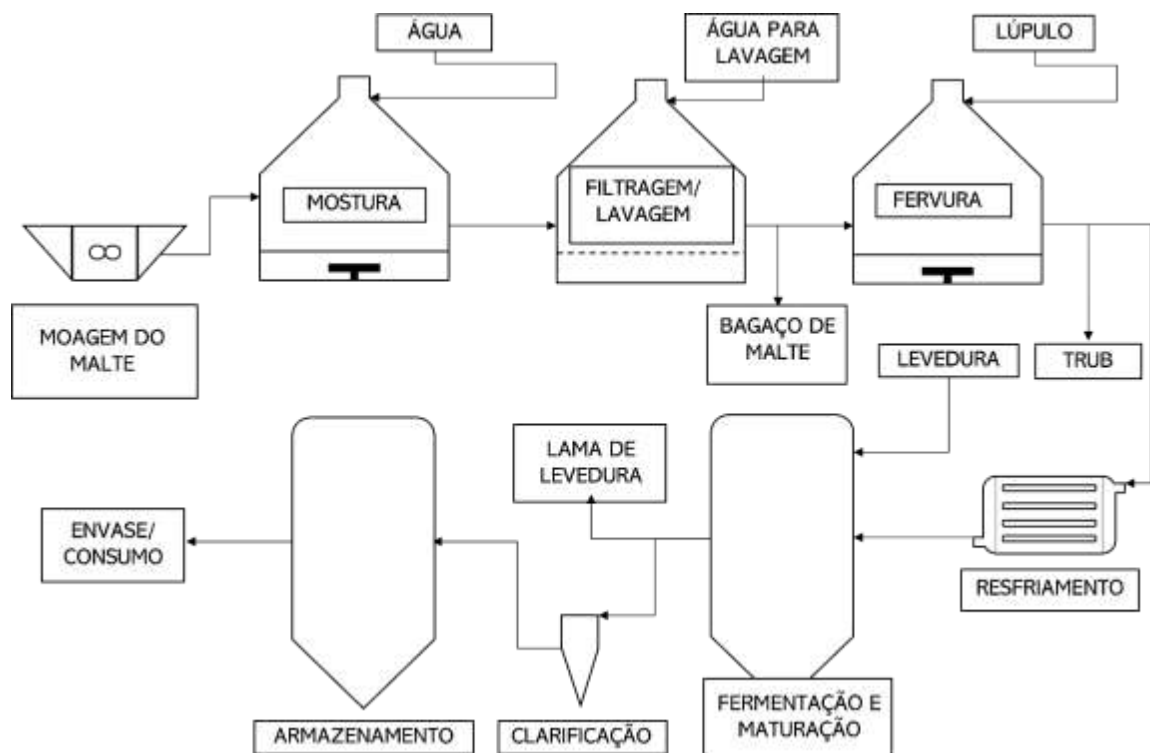
Segundo Shreve (2008) O processo de fabricação de bebidas fermentadas é conhecido desde os povos primitivos, sendo que nos últimos séculos esses processos se tornaram uma ciência bem desenvolvida. O setor movimenta anualmente milhões de litros da bebida, e para ter um controle melhor da qualidade é necessário o acompanhamento por um profissional da área da química ou bioquímica.

Acredita-se que a cerveja surgiu por acidente. Ela e o pão compartilham basicamente os mesmos ingredientes e uma relação histórica. Existem evidências da origem de uma bebida semelhante a cerveja de 6000 a.C.. Para comprovar essa teoria, no século XIX, os arqueólogos encontraram vasos contendo cevada no interior de tumbas de alguns faraós e, devido a esse fato, acredita-se que a cerveja tenha surgido no Oriente Médio ou Egito (CABRAS, 2016; MORADO, 2017).

As matérias primas obrigatórias para a produção de cerveja são: água potável, malte e lúpulo, podendo conter alguns aditivos como ingredientes de origem animal ou vegetal, levedura e adjuntos cervejeiros que são matérias primas que substituem em até 45% em peso ao mosto cervejeiro (NACIONAL, 2019).

Para a produzir cerveja (Figura 1) são necessários seguir dois passos principais, sendo eles: a brasagem (obtenção do mosto) e fermentação. O processo de brasagem se inicia com a moagem do malte, seguida pela mosturação, onde serão extraídos: amidos, proteínas e  $\beta$ -glucanos, os quais serão convertidos por enzimas em glucosee maltose, após a mistura de mosto e bagaço de malte ser filtrada e lavada, o mosto é fervido, resfriado e transferidos para as tinas de fermentação onde leveduras irão transmudar os açucares em etanol (PINHEIRO, 2019).

Figura 1: Fluxograma de produção de cerveja simplificado.



Fonte: Autoria própria (2023)

Foi estimado que em nível mundial foram gerados pelo setor cervejeiro cerca de 550 bilhões de dólares. No Brasil o setor movimenta cerca de 2% do PIB, chegando a ser produzidos 15,4 bilhões de litros da bebida anualmente. (SINDICERV, 2023). No fim do processo cervejeiro, são obtidos os resíduos da cervejaria, sendo eles: o bagaço de malte, o *turb* e a lama de levedura. A geração de resíduo de levedura está por volta de 1,5% a 3% da quantidade de cerveja produzida. No fermentador, ela pode aumentar de 3 a 5 vezes a sua massa original (BRIGGS, et al. 2004; FILLAUDEAU, et al., 2006; MATHIAS, et al., 2015). Esses fatos mostram que a lama de levedura é um bom objeto de estudo, possuindo um campo econômico abrangente.

#### 4.2 LEVEDURAS

As leveduras são do reino *Fungi*, sendo elas microrganismos unicelulares eucariontes, com tamanho entre 6  $\mu\text{m}$  e 9  $\mu\text{m}$ . Esses fungos são encontrados em quantidades abundantes, estando em quase toda parte no meio ambiente. Já foram isoladas em frutas, mel, solo, água, caules, folhas e flores de plantas (U.S. 1997; BENNETT, 1998; SHURSON, 2018) e estão naturalmente presentes em ingredientes e processos

tradicionais como: rações comuns, grãos, silagem, feno, fermentação de vinho, cerveja e panificação.

Nos primórdios da cerveja, as leveduras utilizadas eram selvagens presentes nos grãos do malte, atualmente, são utilizadas leveduras domésticas na produção. Essas leveduras são selecionadas e melhoradas, a fim de obter-se um processo fermentativo mais eficiente, puro e forte. No processo cervejeiro a lama de levedura é reutilizada por três a quatro vezes, visando um ganho econômico, porém muitas reutilizações não são indicadas devido ao risco de contaminações dessa lama com leveduras selvagens, bactérias, possíveis mutações genéticas, além da perda da capacidade fermentativa das leveduras (CARVALHO, 2006; BORTOLI, 2013).

Um detalhe interessante é que as leveduras são anaeróbias facultativas, o que significa que podem sobreviver e crescer na presença ou ausência de oxigênio. Sua reprodução ocorre sob condições aeróbicas e as células convertem oxigênio e açúcar em dióxido de carbono e energia através do metabolismo oxidativo, permitindo que as células da levedura cresçam com eficiência. Em condições anaeróbicas, como as usadas para produzir bebidas e etanol combustível, observa-se uma maior ineficiência na produção de etanol (SHURSON, 2018).

#### 4.3 USOS DO RESÍDUO DE LEVEDURA

Devido todo o potencial do resíduo de levedura, ele já vem sendo utilizado como suplementação animal em diversas cadeias produtivas, tendo um ótimo potencial como citam os autores abaixo:

Meurer et al. (2002) realizaram testes com 175 alevinos de tilápia revertidos sexualmente, atribuindo cinco tratamentos e cinco repetições, mantendo sete alevinos por tanque de 50 L, eles usaram tratamentos variando de 0,0%; 1,5%; 3,0%; 4,5% e 6,0% da quantidade de levedura na ração. Eles constataram ao final que houve uma melhora linear de acordo com a concentração da levedura, tanto no ganho de peso quanto na eficiência proteica. Por fim eles concluíram que a adição de levedura até 6% na alimentação dos alevinos ocasionou em melhoras no cultivo deles.

Já Sucupira et al. (2007) realizou testes com codornas de postura, eles utilizam 240 aves, com seis tratamentos alternando de 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% a concentração de levedura na ração, foram feitas oito repetições. Eles concluíram que a levedura

altera na coloração da gema dos ovos, mas piora o a conversão alimentar. Eles alertam para não ultrapassar os 11% de levedura, já que concentrações superiores não alteram a coloração dos ovos.

Dessbesell (2020) realizou testes com nove vacas leiteiras, onde ela usou uma proporção de 50% de silagem e 50% de concentrado, com três tratamentos o testemunho, blend de enzimas e blend de leveduras. A levedura não alterou a ingestão de matéria e de nutrientes, por outro lado aumentou a concentração de nitrogênio ureico no leite e sangue, o blend de leveduras também proporcionou um aumento na produção de leite.

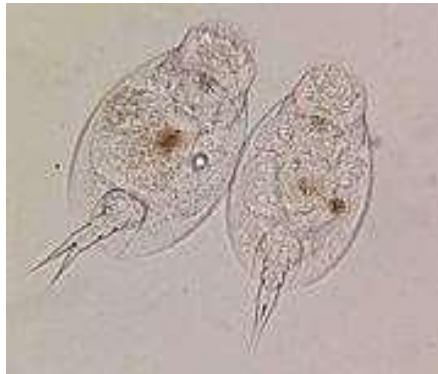
O resíduo de levedura ainda pode ser utilizado em uma vasta gama de aplicações, como: produção de álcool de segunda geração, suplemento alimentar, fertilizante devido sua riqueza em nitrogênio, geração de biogás (COSTA, 2004; SILVEIRA, 2013; DIAS, 2014; JESUS FILHO, 2022).

#### 4.4 ROTÍFEROS

Os rotíferos (Figura 2) são invertebrados microscópicos que tem sua denominação proveniente de seu movimento rotacional ocasionado por seus cílios que além de ter a função de locomoção, ajuda em sua alimentação por serem responsáveis a conduzirem a corrente de água em direção a boca do zooplâncton. Para sua alimentação, o animal contém um órgão musculoso com pinças quitinosas denominado mátex, que tritura o alimento, facilitando a absorção de nutrientes. (WALLACE, et al. 2001).

Os rotíferos são filtradores não seletivos o que facilita a sua alimentação, sendo possível fornecer uma elevada diversidade de dietas, entre as quais, microalgas, bactérias, leveduras ou matéria orgânica (MOREIRA, et al. 2016).

Figura 2: Rotíferos.



Fonte: Universidade de Santiago de Compostela (2023)

Estes animais têm uma taxa de reprodução alta, mas realizam todo seu ciclo de vida em apenas 4 dias. Em condições favoráveis, suas fêmeas se reproduzem por parogênese, dando origem a outras fêmeas tendo seus ovos (Figura 3) chamados de ovos de verão. Já em circunstâncias desfavoráveis, estas fêmeas produzem ovos menores, que dão vida aos machos, que fecundam internamente as fêmeas, ocasionando em ovos mais espessos, chamados de ovos de inverno. Estes são mais resistentes, que eclodem em condições favoráveis e originam em outras fêmeas. (MARQUES, 2010)

Figura 3: Fêmeas de rotíferos com ovos.



Fonte: Live Feeds

Diversas espécies de peixes marinhos e crustáceos, necessitam, em sua larvicultura, de um fornecimento de rotíferos com alta qualidade nutricional, para a manutenção da natalidade e crescimento dos animais (SORANDRA, et al. 2012).

Uma outra vantagem muito utilizada é a aplicação de rotíferos como bioencapsuladores, ao se alimentarem das leveduras, por exemplo, podem transferir seus nutrientes parcialmente digeridos para as pós-larvas facilitando a absorção de nutrientes. (WIKFORS, et al. 2001).

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 COLETA DO RESÍDUO

O resíduo de levedura foi coletado em duas Indústrias cervejeiras localizadas no Norte do Espírito Santo a 80 km da Capital Vitória. A cervejaria de maior porte produz cerca de 35 mil litros/mês, estima-se que a cada 4,2 mil litros de cerveja produzidas são gerados 100 kg de lama de levedura (figura 3), a outra de menor porte encontra-se em fase inicial, produzindo cerca de 500L/mês de cerveja e gerando 12kg de lama.

Figura 4: Levedura coletada na cervejaria de maior porte



Fonte: autoria própria (2022)

O estudo com lama de levedura baseou-se na caracterização química de três tipos de leveduras, a saber: (A) W3470 *pilsen* (*Saccharomyces pastorianus*), (B) blend de W3470 *pilsen* (*Saccharomyces pastorianus*) e English-style *ale* (*Saccharomyces cerevisiae*), (C) levedura comercial (*Saccharomyces cerevisiae*) como controle, bem como, no acompanhamento do crescimento populacional dos rotíferos alimentados por dieta contendo essas leveduras.

### 5.2 LAVAGEM E SECAGEM DA LAMA DE LEVEDURA

O resíduo foi lavado três vezes com água, seguida de centrifugação a 3000 xg por 3 minutos a 19°C (Beckman Avanti J30-i, Beckman Instruments, USA), o primeiro

sobrenadante do resíduo foi reservado para analisar o pH do resíduo. Depois de lavado o resíduo de levedura foi liofilizado por 96h à 28 µmHg e -45°C (LioBras, LIOTOP L101, Brasil).

### 5.3 TEOR DE UMIDADE

Quando a lama de levedura foi coletada foram separadas amostras para verificar o teor de umidade. seguindo o método gravimétrico as amostras foram pesadas úmidas, liofilizadas e seguida, pesadas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

### 5.4 QUANTIFICAÇÃO DE BIOMOLECULAS

Para as análises de biomoléculas seguiu-se as normas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

#### 5.4.1 Carboidratos

Para a análise, foram pesadas 5 g das amostras, em seguida foram abertas usando uma solução 10% de ácido clorídrico, em aquecimento com refluxo por 1h, depois de aberta a solução foi neutralizada com uma solução 40% de NaOH.

Em seguida foram adicionados 5 mL de acetato de zinco e 5 mL de ferrocianeto de potássio, para precipitar as proteínas presentes na solução, depois de filtrada. Seguiu-se para a titulação seguindo o método de Fehling.

#### 5.4.2 Lipídios

Foram pesados 5 g das amostras que seguiram para extração Soxhlet com éter etílico por 8h, as soluções contendo os lipídios foram destiladas, levadas em estufa a 105°C até todo o solvente evaporar e o extraído foi pesado (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

#### 5.4.3 Proteínas

As proteínas foram determinadas seguindo o método de Kjeldahl modificado, onde o método consiste em digestão, destilação e titulação. Para a digestão foi usado 1g de amostra, 6,6g da mistura catalítica contendo sulfato de potássio, selênio e sulfato de cobre na proporção de 6:0,3:0,3 respectivamente e 25mL de ácido sulfúrico concentrado, essa mistura é levada ao bloco digestor (Tecnal, TE-007 MP, Brasil) a 350°C até a mistura sair de marrom escuro para verde azulado. Com as amostras digeridas seguimos para a destilação de nitrogênio (Tecnal, TE-0364, Brasil), onde



adicionamos NaOH 40% a amostra digerida para converter o sulfato de amônio em hidróxido de amônio. Em um Erlenmeyer adicionamos 50 mL de uma solução de ácido bórico 2% com indicador de verde de bromocresol e vermelho de metila, destilamos até obter uma alíquota de 100 mL. Prosseguimos então para a destilação com ácido sulfúrico a 0,05M até o ponto de viragem (INSTITUTO ADOLFO LULTZ, 2008; FERREIRA, 2014).

## 5.5 ANÁLISE DOS DADOS BIOQUÍMICOS

Cada análise foi feita em triplicata, e seguindo o Skoog (2015) seguimos com os cálculos estatísticos de média, desvio padrão e o intervalo de confiança, seguimos as seguintes equações:

A média que é uma estimativa do valor central de um grupo, onde cada termo desse grupo é somado e dividido pelo número total de componentes nesse grupo.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (1)$$

Com o valor da média, é possível obter o desvio padrão que é a medida de dispersão de um conjunto.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (2)$$

Com a média e o desvio padrão, é possível calcular o intervalo de confiança que é o responsável por estimar um intervalo de variação de uma amostra com certa frequência, como queríamos um nível de confiança de 95% o valor de z tabelado foi de 1,96.

$$IC = \frac{(z \times \sigma)}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

## 5.6 TESTE COM ROTÍFEROS

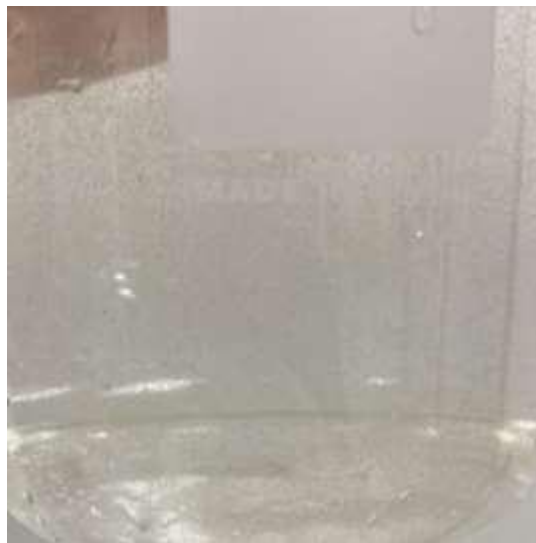
Para testar o crescimento e o desenvolvimento dos rotíferos, recebemos o apoio da base oceanográfica da UFES/Aracruz que forneceu 600mL contendo aproximadamente 180 indivíduos (Figura 5). O experimento foi realizado em triplicata alimentando os rotíferos com a ração contendo levedura A e a levedura C (controle). A condução do experimento foi realizada em aquários construídos com garrafas pet (figura 6) contendo 1,3L de água salgada e oxigenação constante. Cada aquário

recebeu alimentação com ração na proporção de 0,12g de levedura, 0,02g de espirulina, e uma gota de óleo de peixe (MARQUES, 2010).

A ração foi dissolvida em água salgada e fornecido 3 vezes ao dia com intervalos de 6 horas.

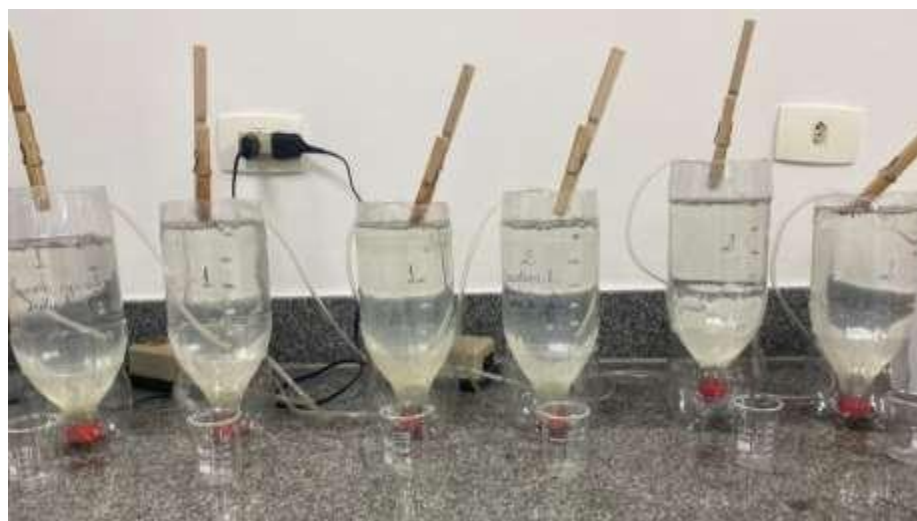
Os rotíferos foram contados diariamente para a determinação dos parâmetros de crescimento como densidade populacional, percentagem de fêmea ovada, taxa de crescimento populacional e tempo de duplicação (MONTEIRO, 2020).

Figura 5: Cepa de rotíferos recebida.



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 6: Experimento com rotíferos:



Fonte: Autoria própria (2022)

Para a contabilização da quantidade de adultos e ovos diariamente, com uma amostra de 1 mL e algumas gotas de iodo 10%, os rotíferos foram contados em cada unidade experimental. Foi avaliada a densidade populacional (rot. mL<sup>-1</sup>), e o número de fêmeas ovadas para se determinar a percentagem de fêmea ovada (F) calculada de acordo com  $F = \text{rotíferos com ovos} / \text{rotíferos totais}$ . (MONTEIRO, 2020).

A taxa de crescimento populacional (TC) foi determinada pela seguinte fórmula:  $TC = (\ln N_1 - \ln N_0) / t$ , onde  $N_0$ =densidade inicial de rotíferos (indivíduos. mL<sup>-1</sup>),  $N_1$ =densidade de rotíferos após o período de cultivo e  $t$ =período de cultivo(dias) (Suantika et al. 2002, Rioboo et al. 2007). O tempo de duplicação (TD) foi calculado de acordo com a equação:  $TD = \ln 2 / TC$  (MONTEIRO, 2020).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO RESÍDUO

No Brasil três setores industriais são responsáveis pela produção da biomassa de levedura: o setor sucroalcooleiro, setor cervejeiro e o setor de panificação. A produção de etanol de primeira geração, a partir do caldo de cana como substrato para a *Saccharomyces cerevisiae*, impulsiona a produção dessa biomassa como subproduto da produção do combustível. Entretanto, número de cervejarias artesanais na país aumentou 1170% no período de 2008 a 2018 (MARCUSO, et al., 2018), passando a gerar uma grande quantidade de resíduo com potencial econômico.

A biomassa de levedura gerado pelos resíduos agroindustriais pode ser utilizado para enriquecimento nutricional de ração animal, produção de enzimas, e outras biomoléculas de interesse industrial. Esse trabalho focou na caracterização do teor de carboidratos, lipídeos e proteína três cepas de leveduras, em seguida duas dessas cepas foram testas para verificar sua influência no crescimento populacional dos rotíferos.

Os resultados obtidos nas análises de teor de umidade, carboidratos, Lipídios e proteínas nos resíduos de levedura estão descritos na tabela 1.

Mathias et al. (2015) e Victral (2015) encontraram um valor de umidade em torno de 86% em seus estudos. Com base nos dados apresentados na tabela 1 podemos comparar os resultados obtidos para teor de umidade está dentro do esperado, vale ressaltar que a levedura C não possui teor de umidade, pois foi utilizado no trabalho o fermento comercial que vem seco.

Tabela 1: resultado dos testes de teor de umidade, carboidratos totais, lipídios e proteínas em porcentagem (%)

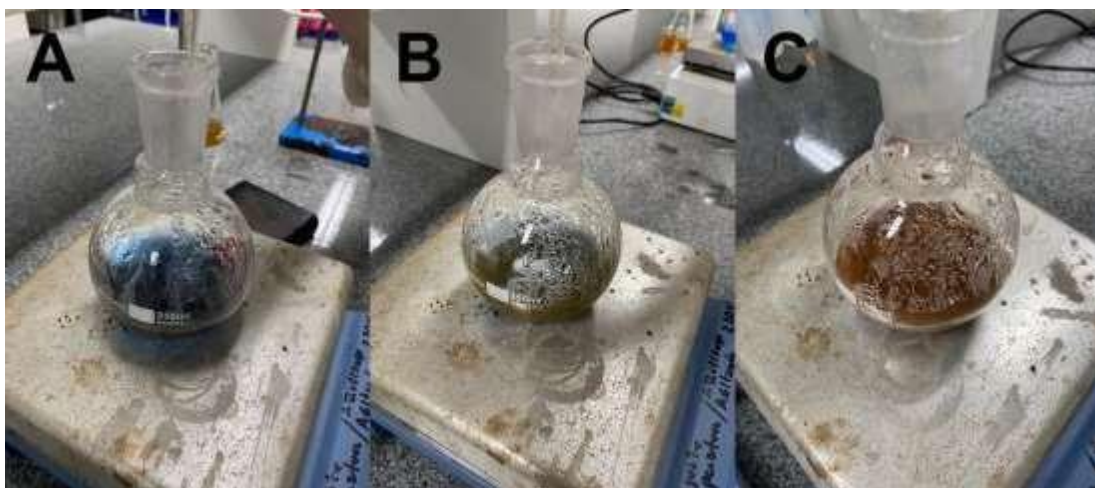
Análises	Resultados		
	A	B	C
Teor de umidade	86,34 ± 0,0034	86,95 ± 0,0094	-
Carboidratos totais	46,93 ± 0,0083	37,94 ± 0,024	34,43 ± 0,0099
Lipídios	0,85 ± 0,0014	1,97 ± 0,0021	2,05 ± 0,0033
Proteínas	52,64 ± 0,0044	42,40 ± 0,0044	40,71 ± 0,0032

Fonte: Autoria própria (2023)

### 6.1.1 Carboidratos

Na determinação dos carboidratos totais foi utilizado o método de Fehling que apresenta seu fundamento na redução do íon cobre II a óxido de cobre I, vermelho tijolo, na presença de um agente complexante tartarato duplo de sódio e potássio em meio alcalino. Esse método não especifica o tipo de carboidrato, ou seja, monossacarídeo, dissacarídeo ou polissacarídeo. Contudo, a literatura demonstra que a principal fonte de carboidratos nas leveduras é a parede celular. A figura 7 a seguir demonstra o processo da técnica de Fehling

Figura 7: Procedimento de Feeling onde: A é o início da titulação, B o início da viragem, C titulação concluída.



Fonte: Autoria própria (2022)

De modo geral, a parede celular da *Saccharomyces cerevisiae*, é uma fonte de elevado teor de manano-oligossacarídeos (MOS) (SHURSON, 2018). Os MOS são polissacarídeos compostos por resíduos de D-manopiranosose ligados ( $\beta 1 \rightarrow 4$ ) que pode ser substituído em O-6 com resíduos simples de  $\alpha$ -D-galactopiranosose (LOPES, 2016). Adicionado aos MOS, a parede celular das leveduras apresenta outro polissacarídeo a  $\beta$ -glucana (SONG et al., 2014). Este polissacarídeo é formado por monômeros de glicose unidos por ligação glicosídica  $\beta$  ( $1 \rightarrow 3$ ), com limitados resíduos ramificados de ligação ( $1 \rightarrow 3$ ) (BROWN; GORDON, 20023; BRAWN et al., 2003).

A tabela 1 evidencia que a concentração dos carboidratos totais é superior na levedura (A). Contudo, as três leveduras apresentaram dados pertinentes a literatura. Os autores citam uma faixa de porcentagem próxima variando de 33% a 63% de carboidratos. (PACHECO et al., 1997; CABALLERO-CÓRDOBA et al., 1997; RAMOS et al., 2011).

### 6.1.2 Lipídios

Outra biomolécula determinada no experimento de caracterização química das três cepas de levedura foram os lipídios. Essa classe de biomolécula é muito diversa com diferentes estruturas químicas, tais como: triacilglicerídios, fosfolipídios, esfingolipídios, esteróides entre outros. A identificação das classes de lipídios e a quantificação de suas espécies, bem como, sua interação com proteínas e outros metabolitos recebe o nome de lipidômica. Diversos métodos de extração da matriz biológica, bem como, métodos de identificação efetivo das estruturas químicas dos lipídios foram desenvolvidos ao longo do tempo para determinar a classe e as espécies de lipídios.

A investigação lipidômica dos mamíferos e das *Saccharomyces cerevisiae*, demonstraram que muitas etapas e enzimas comuns nas vias de biossíntese de lipídios em ambas as espécies. Por isso, a *Saccharomyces cerevisiae* é um organismo modelo eucariótico amplamente utilizado para a investigação de processos celulares fundamentais e mecanismos de doenças em humanos (Danane-Rasche et al., 2020). Essas pesquisas na área da indústria farmacêutica ou da química analítica avançada, acabam fornecendo dados da natureza lipídica do microrganismo.

Leszcynka, et al., 2009, investigando os efeitos das estatinas no metabolismo lipídico celular usando cepas levedura com deleção dos genes *HMG1* e *HMG2*, e leveduras mutante com introdução do gene *HMG* humano identificaram diferentes tipos e níveis de lipídios. O experimento utilizou diferentes métodos analíticos de extração e identificação dos lipídios, a saber: TLC com sílica gel 60 F<sub>254</sub>, CG/MS e HPLC/MS. O quadro 1 a seguir identifica os lipídios encontrados na pesquisa.

Quadro 1: Classificação dos tipos de lipídios encontrados na *Saccharomyces cerevisiae*

Classificação dos Lipídios	Tipos de Lipídios
Glicerofosfolipídios	Fosfatidilcolina, Fosfatidiletanolamina, Fosfatidilserina, ácido fosfatídico entre outros.
Esteroidal e precursores	Esqualeno, Z-zimosterol, E-ergosterol, F-fecosterol e isômeros, L-lanosterol entre outros.

Autoria: Leszcynka et al. (2009)

A citação do trabalho de Leszcynka et al., (2009), no presente trabalho não tem como foco discutir os resultados obtidos pelas diferentes estirpes de leveduras que são submetidas a estatina, um importante inibidor da enzima hidrometilglutarial –CoA redutase (HMG-CoA), responsável pela biossíntese dos esteróides no microrganismo, mas busca demonstrar a diversidade de classes lipídicas nesse microrganismo.

Danane-Rasche et al. (2020) usando o sistema de nano-cromatografia líquida de alta eficiência hífenada a espectrometria de massas com ionização por elétrons e analisador quadrupolar (nLC/ESI-MS/MS) identificou em *Saccharomyces cerevisiae* cerca de 900 espécies lipídicas em 26 classes lipídicas, incluindo glicerofosfolipídios, esfingolipídios, glicerolipídios e lipídios estróis. Além disso, o experimento encontrou ácidos graxos di-insaturados e de cadeia ímpar incorporadas em várias classes de lipídios, bem como, a fosfatidilserina mono metilada ainda não descrita em leveduras.

O método de extração de lipídios via Soxhlet com éter, não identifica a espécie ou a classe de lipídio extraído, ele extrai desde os ácidos graxos até pigmentos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ,2005). Como queríamos mensurar a quantidade total dos lipídios presentes nas leveduras ele já era suficiente.

Os autores descreveram uma margem de 0,5% a 3,4% de lipídeos totais para as leveduras (PACHECO, et. al.,1997; YAMADA, et. al. 2003; RAMOS, et. al., 2011). Destacando-se o estudo de Ramos et. al. (2011), onde os autores mostram os resultados para diferentes processos que envolvem a fermentação, como a cachaça, cerveja e destilaria de álcool, onde para a cerveja eles encontraram um valor de 3,3% de lipídios no resíduo de levedura.

Os valores obtidos para as leveduras analisadas (tabela 1) mostrou que as cepas B e C apresentam valores de lipídeos totais próximos, entretanto, a levedura A demonstrou um valor reduzido, próximo ao limite inferior encontrado na literatura.

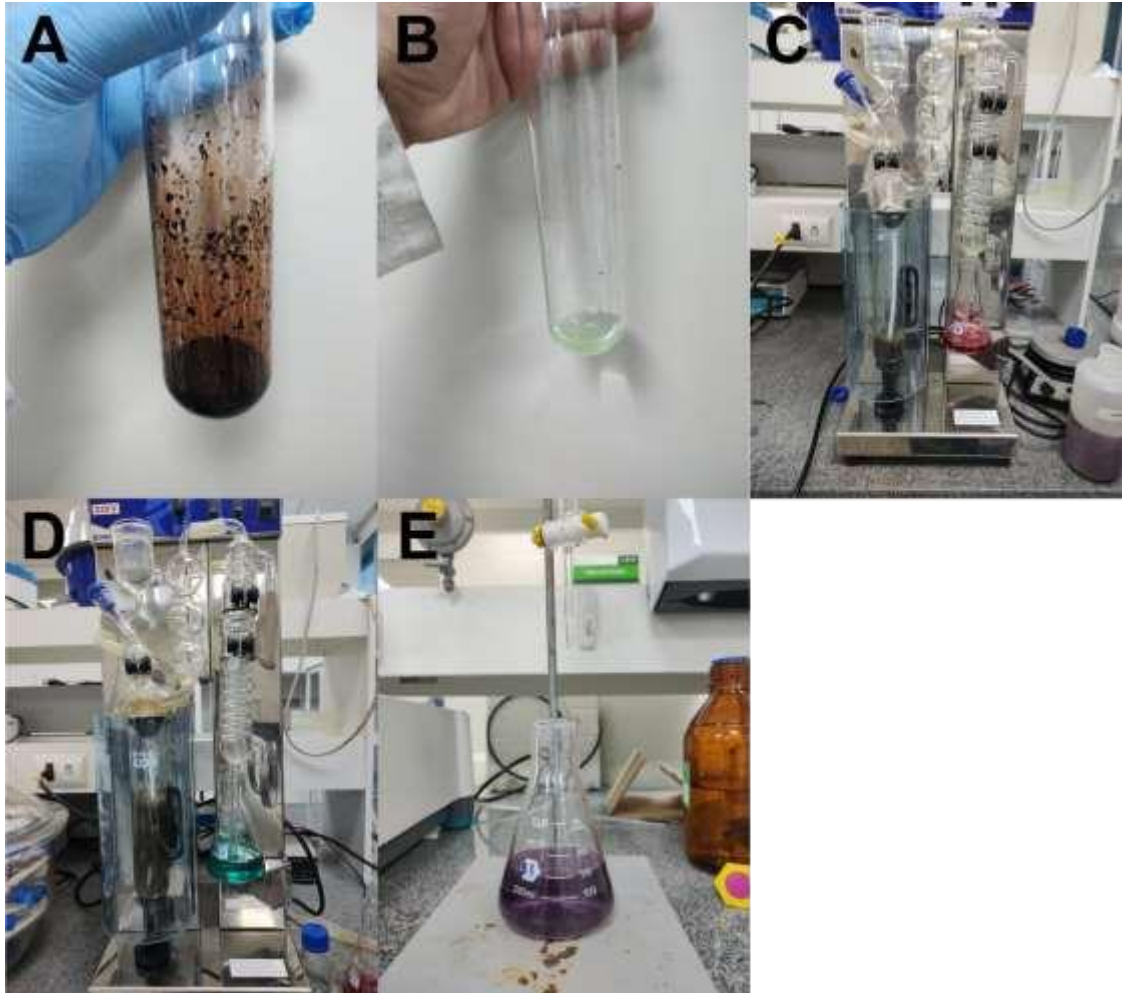
### **6.1.3 Proteínas**

Para as proteínas o Instituto Adolfo Lutz (2005) relata que no método Kjeldahl a determinação da quantidade de proteínas totais é a partir da determinação de nitrogênio. O método que é referência foi criado pelo químico dinamarquês *Johann Kjeldahl* em 1883, com o passar do tempo foi sofrendo modificações, ele decompõe a matéria orgânica e converte o nitrogênio em amônia, como a porcentagem de nitrogênio nas proteínas é de aproximadamente 16%, para converter a massa de nitrogênio em proteína é usado um fator de correção de 6,25. A figura 8 mostra todo o passo a passo da técnica Kjeldahl desde a digestão até a destilação

As proteínas são amplamente distribuídas na estrutura morfológica da levedura como: parede celular, membrana plasmática, enzimas solúveis e ligadas, entre outras estruturas. Os autores seguem concordando que a lama de levedura possui um teor elevado de proteínas, Pacheco et al. (1997) já identificaram que o seu percentual de 48%, Küçükersan, et al. (2009) citaram um teor de 44,5% de proteína bruta em massa seca da levedura, Yamada et al. (2003) já encontraram um valor de 39%, Mathias et al. (2015) demonstraram em seus estudos um teor de 45%, Podpora et al. (2016) identificaram um teor variando de 45% a 60%.



Figura 8: Procedimento Kjeldahl onde: A preparo da amostra para a digestão, B amostra digerida, C início da destilação de nitrogênio da amostra, D amostra destilada, E ponto de viragem da titulação.



Fonte: autoria própria (2022)

Diante dos dados expostos podemos observar que os dados das análises de composição química (Tabela 1). Com a levedura B e C com os valores bem próximos uma da outra para todas as biomoléculas quantificadas, e por outro lado temos a levedura A que possui um valor mais elevado de carboidratos e proteínas, porém com um valor baixo de lipídeos. Vale ressaltar que todas as cepas analisadas seguiram o que a literatura propôs, se mantendo dentro das faixas descritas pelos autores.

Devido a limitação de uso do laboratório, foi definida a testagem apenas das cepas A e C para a alimentação dos rotíferos. A cepa B não foi incluída no experimento de

crescimento dos rotíferos, por apresentar dados químicos semelhantes a cepa Controle (C) (Tabela 1).

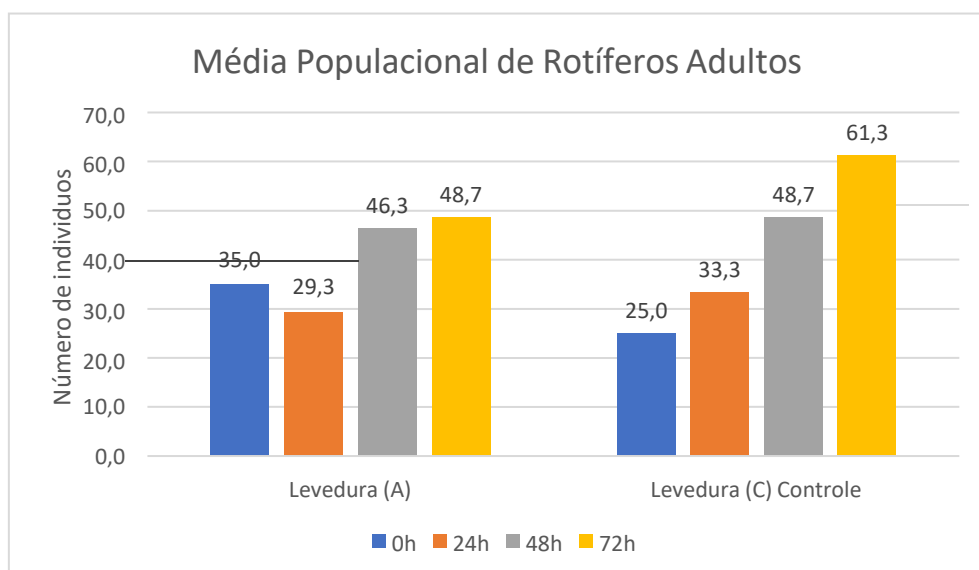
## 6.2 ROTÍFEROS

Os rotíferos têm sido amplamente utilizados na larvicultura de várias espécies peixes marinhos nos primeiros estádios de desenvolvimento (BLANCO, L. e TACON, A. 1989). Para tanto, é necessário o cultivo de rotíferos em local artificial, buscando o crescimento populacional. Entretanto, os parâmetros ambientais temperatura, pH, oxigênio e a salinidade podem comprometer esse crescimento (DENEKAMP, et. *al.* 2009), contudo, o aporte nutricional e a composição química não adequada têm um efeito nocivo sobre o cultivo de rotíferos. O sucesso do cultivo depende da composição química da ração em concentração adequada de ácidos graxos essenciais e aminoácidos para crescimento populacional satisfatório (BLANCO, L. e TACON, A. 1989).

### 6.2.1 Crescimento populacional

Com os dados da população de rotíferos adultos obtidos ao final do experimento (gráfico 1), podemos perceber uma sutil diferença entre o resíduo de levedura e o experimento controle, onde o experimento controle demonstrou um crescimento populacional dos rotíferos maior.

Gráfico 1: Média populacional de Rotíferos adultos.

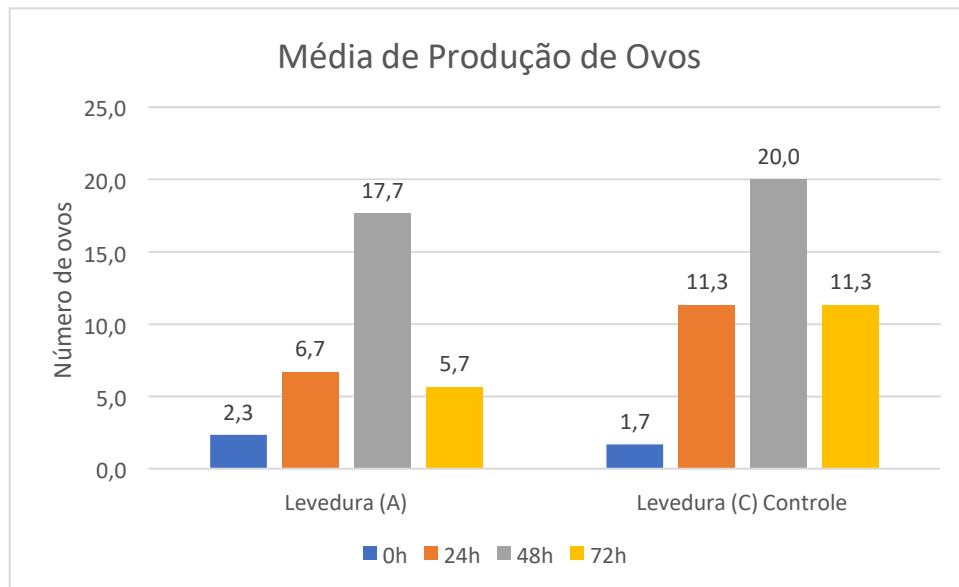


Fonte: Autoria própria (2023)

### 6.2.2 Produção diária de ovos

No decorrer do experimento obtivemos os dados de produção de ovos dos rotíferos (Gráfico 2), onde no tempo zero havia uma quantidade pequena de ovos, mas com o decorrer do experimento é possível notar que houve um salto na produção de ovos, fato que está ligado ao número de indivíduos adultos. Novamente pudemos notar que o experimento controle teve um desempenho melhor que o nosso resíduo.

Gráfico 2: Média de produção de ovos



Fonte: Autoria própria (2023)

Essa diferença pode ser explicada pela taxa de lipídeos disponíveis em cada levedura pois o lipídio que é responsável por uma boa reprodução dos rotíferos, quando a levedura A possui apenas  $0,85\% \pm 0,0014$  já levedura controle possui  $2,05\% \pm 0,0033$  então a levedura controle possui uma taxa de lipídios maior que o resíduo. Este fato foi discutido por Wacker e Martin-Creuzburg (2012), onde ele avaliou a co-limitação dos rotíferos em relação a esteróis e aminoácidos eles perceberam que o aumento da populacional dos rotíferos estava ligado a quantidade de lipídios que eles tinham disponíveis. Monteiro (2020) também constatou tal fato em seus experimentos comparando o uso do farelo de arroz e levedura para a alimentação dos rotíferos.

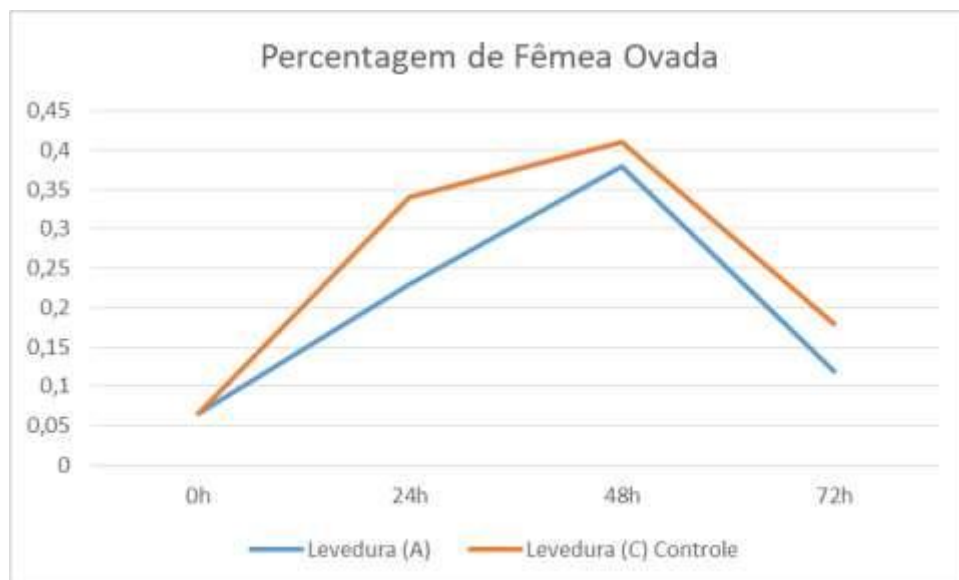
### 6.2.3 Percentagem de fêmeas ovadas

Nesta análise conseguimos obter a percentagem de fêmeas que reproduziram de acordo com a produção de ovos (Gráfico 3).

O tratamento controle se destacou estatisticamente da levedura em análise, o que também pode ser explicado com diferença nas taxas de lipídeos encontrados em ambas as leveduras. Já que de acordo com Gilbert (2004), os lipídeos são importantes para a reprodução dos animais.

Mas, é possível observar que nas duas alimentações oferecidas, tivemos uma queda na reprodução no final do experimento, o que demonstra que esta cepa já não estava crescendo de forma adequada e já tínhamos atingido o período de encerrar o cultivo, já que, segundo (Dhert et al 2001) é aceitável, pois estes animais têm um período de vida curto.

Gráfico 3: Percentagem de Fêmea Ovada.



Fonte: Autoria própria (2023)

#### 6.2.4 Taxa de crescimento populacional

No presente estudo, obtivemos as taxas de crescimento populacional (Gráfico 4), de acordo com a literatura, que diz que no geral, variando de acordo com a alimentação fornecida, espécie e qualidade da água, os rotíferos podem ter uma taxa de crescimento variando em 0,2 a 2,0 por dia (SARMA, et. al., 2001).

Podemos observar que a taxa de crescimento com a Levedura A, obteve em média 0,2, enquanto a Levedura C obteve uma média de 1,0.

Gráfico 4: Taxa de crescimento populacional.

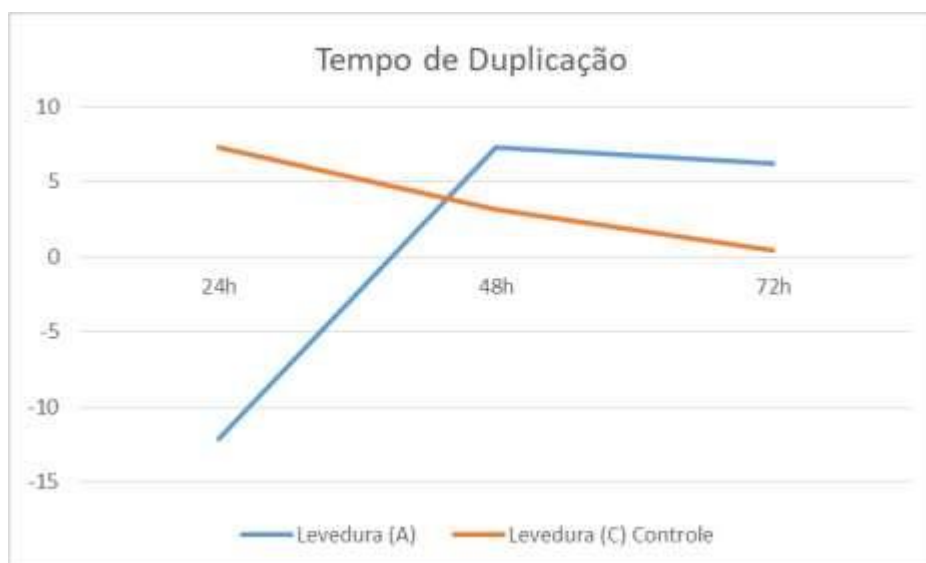


Fonte: Autoria própria (2023)

### 6.2.5 Tempo de duplicação

A taxa de duplicação (Gráfico 5) dos rotíferos com a levedura de panificação obteve uma queda ao final do experimento. Mas, a levedura investigada se manteve melhor do que o esperado pela literatura, no qual consta que o tempo de duplicação dos rotíferos em diferentes dietas varia de 1,43h à 5,97h (JAMES, et. *al.*, 1983), os valores chegaram a 6,24h no final do experimento.

Gráfico 5: Tempo de duplicação.



Fonte: Autoria própria (2023)

## 7 CONCLUSÃO

A análise química das três cepas de levedura demonstrou um elevado teor de carboidratos e proteínas para a levedura (A), entretanto, essa cepa apresentou o menor teor de lipídeos totais. A levedura B e C obtiveram resultados bem próximos para todas as biomoléculas analisadas.

Já os testes com os rotíferos, foi demonstrado um resultado dependente do teor de lipídios, assim como a literatura já havia citado, com isso verificou-se melhor desempenho no experimento controle, o teor de lipídeos na cepa controle é cerca de 2x maior que na cepa de resíduo. Contudo, concluímos que a levedura oriunda do processo cervejeiro, mesmo não tendo um desempenho como a amostra controle, ainda é uma ótima alternativa para a alimentação dos rotíferos, sendo necessária uma suplementação com lipídeos.

A partir dos resultados apresentados, surge como recomendação para trabalhos futuros:

Uma análise aprofundada do teor e classe de lipídeos e verificar suas influências nos rotíferos;

Testar uma alimentação para larva de peixes com o resíduo cervejeiro.

## Referências

- ABREU, M.B, et. *al.* **Alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação com dietas contendo níveis crescentes de bagaço de cevada.** In: XIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, Brasília, DF. 2004 Acesso em: 5 fev. 2023
- BENNETT, J. W. **Mycotechnology: the role of fungi in Biotechnology.** Based on a lecture held at the symposium, 'Progress in US Biotechnology', at the 8th European Congress on Biotechnology (ECB8) in Budapest, Hungary, August 1997.1. *Journal of Biotechnology*, v. 66, n. 2-3, p. 101-107, dez. 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0168-1656\(98\)00133-3](https://doi.org/10.1016/s0168-1656(98)00133-3). Acesso em: 22 mar. 2022.
- BLANCO, L. T. e J. A. G. TACON. **La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura.** FAO Documento de campo N° 12, Proyecto GCP/RLA/075/ITA, Brasília, Distrito Federal, Brasil. 1989.
- BORTOLI, Daiane A. da S. et. *al.* **Leveduras e produção de cervejas-Revisão.** Bioenergia em Revista: Diálogos (ISSN: 2236-9171), v. 3, n. 1, p. 45-58, 2013. Acesso em: 19 mar. 2022
- BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; STEVENS, R. **Brewing Science and Practice.** Flórida: CRC Press LLC and Woodhead Publishing Limited. 863p. 2004. Acesso em: 5 jul. 2022
- BROWN, G.D., GORDON, S. **Fungal beta-glucans and mammalian immunity.** *Immunity* 19, 311–315. 2003. Acesso em: 5 mar. 2023
- BROWN, G.D., HERRE, J., WILLIAMS, D.L., WILLMENT, J.A., MARSHALL, A.S., GORDON, S. **Dectin-1 mediates the biological effects of beta-glucans.** *J. Exp. Med.* 197, 1119–1124. 2003. Acesso em: 12 mar. 2023
- CABALLERO-CÓRDOBA, Glenys M.; PACHECO, Maria Teresa B.; SGARBIERI, Valdemiro C. **Composição química da biomassa de levedura integral (*Saccharomyces* sp.) e determinação do valor nutritivo da proteína em células íntegras ou rompidas mecanicamente.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 17, n. 2, p. 102-106, ago. 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20611997000200007>. Acesso em: 8 fev. 2023.
- CABRAS, Ignazio; HIGGINS, David M. **Beer, brewing, and business history.** *Business History*, v. 58, n. 5, p. 609-624, 22 jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00076791.2015.1122713>. Acesso em: 28 maio 2022.
- CARVALHO, B.M.; BENTO, C.V.; SILVA, J.B.A. **Elementos Biotecnológicos Fundamentais No Processo Cervejeiro: 1ª Parte – As Leveduras.** *Revista Analytica*, v. 25, p. 36-42, 2006. Acesso em: 16 jul. 2022
- CERVBRASIL - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. **Anuário 2016.** Disponível em: [http://www.cervbrasil.org.br/novo\\_site/anuarios/CervBrasil-Anuario2016\\_WEB.pdf](http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuarios/CervBrasil-Anuario2016_WEB.pdf). Acesso em: 4 jul. 2022.
- CIAqui - CENTRO DE INTELIGÊNCIA E MERCADO DA AQUICULTURA. **Comércio Exterior – Exportação.** 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cim-centro-de-inteligencia-e-mercado-em-aquicultura/comercio-exterior/exportação>
- CICUTO, Lucas de Castro et. *al.* **Seleção de projetos de conformação mecânica em ferramental de estampo por meio de métodos de análise multicritério de**

**apoio à decisão.** In: CICUTO, Lucas de Castro et. *al.* Tópicos especiais em engenharia de produção 2. [S. l.]: AYA Editora. p. 56-73. ISBN 9786588580103. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.6.4>. Acesso em: 4 jul. 2022.

COSTA, Leidiamara Feregueti. **Leveduras na nutrição animal.** Revista Eletronica Nutritime, v.1, n.1, p. 1-6, 2004. Disponível em: [https://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/001V1N1P01\\_06\\_JUL2004.pdf](https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/001V1N1P01_06_JUL2004.pdf). Acesso em 5 jul. 2022

Danne-Rasche, N., Rubenzucker, S. and Ahrends, R. **Uncovering the complexity of the yeast lipidome by means of nLC/NSI-MS/MS.** Anal. Chim. Acta, 1140, 199-209. 2020. Acesso em: 20 mar. 2023

DENEKAMP, N.Y.;THOME, M.A.;CLARK, M.S.;KUBE, M.;REINHARDT, R.; LUBZENS, E. **Discovering genes associated with dormancy in the monogonont rotifer *Brachionus plicatilis*.** BMC Genomics 10:108. 2009. Acesso em: 12 fev. 2023

DESSBESELL, Jéssica Gabi. **Utilização de blend de enzimas e levedura na alimentação de bovinos leiteiros.** Dissertação (mestre em zootecnia) - Universidade Estadual Do Oeste Do Paraná Campus De Marechal Cândido Rondon Programa De Pós-Graduação Em Zootecnia, 2020. Disponível em: [https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5185/5/J%c3%a9ssica\\_Dessbesell\\_2020%20%20%20%20%20](https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5185/5/J%c3%a9ssica_Dessbesell_2020%20%20%20%20%20). Acesso em: 19 nov. 2022.

DIAS, Pâmela Castilho. **Análise de viabilidade da utilização do biogás gerado na digestão anaeróbia de levedura residual de cervejaria para geração de energia.** Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2014. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/pamh/wp-content/uploads/sites/3/2015/03/dias\\_saocarlos\\_2014.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/pamh/wp-content/uploads/sites/3/2015/03/dias_saocarlos_2014.pdf). Acesso em: 20 nov. 2022.

FERREIRA, A. K. C. **Avaliação de métodos de análises químicas de nutrientes em tecido vegetal.** Dissertação (Mestre em Manejo de Solo e Água) - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA, Mossoró-RN, 2014. Disponível em: <https://ppgmsa.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/59/2014/10/Disserta%C3%A7%C3%A3o-ANA-KALINE-DA-COSTA-FERREIRA.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2022.

FILLAUDEAU, Luc; BLANPAIN-AVET, Pascal; DAUFIN, Georges. **Water, wastewater, and waste management in brewing industries.** Journal of Cleaner Production, v. 14, n. 5, p. 463-471, jan. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.01.002>. Acesso em: 5 jul. 2022.

HIRATA, H. *et al.* **Probiotic culture of the rotifer *Brachionus plicatilis*.** In: HIRATA, H. *et al.* Rotifera VIII: A Comparative Approach. Dordrecht: Springer Netherlands, 1998. p. 495-498. ISBN 9789401060097. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-94-011-4782-8\\_64](https://doi.org/10.1007/978-94-011-4782-8_64). Acesso em: 26 mar. 2023.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/PPM - PESQUISA DA PECUÁRIA MUNICIPAL. **Dados do SIDRA**, 2019. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2018>.



IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/PPM - **pesquisa da pecuária municipal**. Dados do SIDRA, 2019. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2018>. Acesso em: 27 jun. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo-Brasil). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4ª ed. São paulo: versão eletrônica. Acesso em: 13 mai. 2022.

JAEGER, Alice et. al. **Brewer's Spent Yeast (BSY), an Underutilized Brewing By-Product**. *Fermentation*, v. 6, n. 4, p. 123, 11 dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/fermentation6040123>. Acesso em: 27 jun. 2022.

JESUS FILHO, Carlos Alberto de. **Potencial tecnológico dos resíduos de uma indústria cervejeira para produção de adubo orgânico tipo bokashi: uma revisão**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, Ceará, 2022. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/64078/3/2022\\_tcc\\_cajesusfilho.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/64078/3/2022_tcc_cajesusfilho.pdf). Acesso em: 5 jul. 2022.

KIRIN BREWERY COMPANY, LIMITED. **Global Beer Consumption by Country in 2020**. 2022. Disponível em: [https://www.kirinholdings.com/en/newsroom/release/2022/0127\\_04.html#:~:text=The%20data%20for%20global%20beer,tracked%20by%20Kirin%20since%201975.&text=Global%20beer%20consumption%20stood%20at,first%20time%20in%20three%20years](https://www.kirinholdings.com/en/newsroom/release/2022/0127_04.html#:~:text=The%20data%20for%20global%20beer,tracked%20by%20Kirin%20since%201975.&text=Global%20beer%20consumption%20stood%20at,first%20time%20in%20three%20years). Acesso em: 4 jul. 2022.

KIRIN, Kirin Holdings Company. **Kirin Beer University report global beer production by country in 2018**. 2019. Disponível em: [https://www.kirinholdings.com/en/newsroom/release/2019/1003\\_01.html](https://www.kirinholdings.com/en/newsroom/release/2019/1003_01.html). Acesso em: 26 jun. 2022.

KÜÇÜKERSAN, S; YEŞILBAĞ, D; KÜÇÜKERSAN, K. 2009. **Using of poppy seed meal and yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) as an alternative protein source for layer hens**. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 15(6): 971-974. Acesso em: 3 mar. 2023

LESZCZYNSKA, Agata et. al. **Investigating the Effects of Statins on Cellular Lipid Metabolism Using a Yeast Expression System**. *PLoS ONE*, v. 4, n. 12, p. e8499, 30 dez. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008499>. Acesso em: 24 mar. 2023.

LOPES, Joana Filipa Martinho. **Produção de mano-oligossacarídeos através da  $\beta$ -mananase imobilizada para formulação de ingredientes alimentares**. [Tese]. Universidade de Aveiro. Departamento de Química, 2016. Acesso em: 18 mar. 2023

MARCUSSO, E. F.; MULLER, C. V. **Anuário da cerveja no Brasil 2018: crescimento e inovação**. *Revista MAPA*, v. online, n. 72, 2019 Acesso em: 20 out. 2022

MARQUES, Carlos Henrique Profírio. **Cultivo de rotíferos, *braehionus plicatilis*, em salinidades 10, 20 e 30 alimentados com *spirulina platensis* viva e filtrada, em condições laboratoriais**. 2010. Monografia (Graduação) - Engenharia de Pesca, UFCE, Fortaleza, Ceará. 2010. Acesso em: 20 fev. 2023

MATHIAS, Thiago Rocha dos Santos et. al. **Characterization and determination of brewer's solid wastes composition**. Journal of the Institute of Brewing, v. 121, n. 3, p. 400-404. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jib.229>. Acesso em: 21 nov. 2022.

MATHIAS, T. R. S.; MELLO, P. P. M. de; SERVULO, E. F. C. **Caracterização de resíduos cervejeiros**. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2014, Florianópolis, Brasil. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/chemeng-cobeq2014-0668-24515-175166>. Acesso em: 5 jul. 2022.

MELO JÚNIOR, M.; ALMEIDA, V.L.S.; NEUMANN-LEITÃO, S.; PARANAGUÁ, M.N.; MOURA, A.N. **State of the art in planktonic rotifers biodiversity from freshwater environments in the state of Pernambuco (Brazil)**. Biota Neotrop. 2007 vol. 7, no. 3 <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn01707032007>. Acesso em: 07 jul. 2022.

MEURER, Fábio et. al. **Lipídeos na Alimentação de Alevinos Revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.)**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31, n. 2, p. 566-573, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982002000300005>. Acesso em: 19 nov. 2022.

MONTEIRO, LIDIA SOUSA. **Utilização do farelo de arroz com e sem fermentação na produção do rotífero brachionus plicatilis**, 2020. Dissertação de Mestrado. Mestre em Aquicultura. Rio Grande, Rio Grande do Sul. 2020.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. 1 ed, São Paulo, Larousse do Brasil. NACIONAL, I. INSTRUÇÃO NORMATIVA No 65 - DOU - Imprensa Nacional. 2017. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>>. Acesso em: 29 maio 2022.

Moreira RA, Mansano AS, Rocha O. **Taxas de filtração e ingestão de uma microalga por *Philodina roseola* (Rotifera: Bdelloidea)**. Acta biol. Colomb. 21(2):325-333. 2016. Acesso em: 20 fev. 2023

NASCIMENTO, Marcelo dos Santos.; CARVALHO, Cristina Vaz Avelar de.; PASSINI, Gabriel.; SOARES, Mariana.; EVANGELISTA.; SOUSA, Diego Neves. **Panorama da piscicultura marinha no Brasil: desafios e perspectivas. Documento 51**. Embrapa Pesca e Aquicultura: Palmas, 2022. Acesso em: 20 nov. 2022

PACHECO, Maria Teresa B.; CABALLERO-CÓRDOBA, Glenys Mabel; SGARBIERI, Valdemiro Carlos. **Composition and Nutritive Value of Yeast Biomass and Yeast Protein Concentrates**. Journal of Nutritional Science and Vitaminology, v. 43, n. 6, p. 601-612, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.3177/jnsv.43.601>. Acesso em: 21 nov. 2022.

PINHEIRO, Bruno Hideaki Okoti. **Processo cervejeiro e a comercialização da cerveja**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia química) - Universidade Federal de Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/28599/3/ProcessoCervejeiroComercializa%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

PODPORA, B. et. *al.* **Spent brewer's yeast extracts as a new component of functional food.** Czech Journal of Food Sciences, v. 34, n. No. 6, p. 554-563. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17221/419/2015-cjfs>. Acesso em: 29 maio 2022.

PULIGUNDLA, Pradeep; MOK, Chulkoon; PARQUE, Sungkwon. **Avanços na valorização da levedura de cerveja gasta.** Ciência Alimentar Inovadora e Tecnologias Emergentes, v. 62, p. 102350. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102350>. Acesso em: 29 de maio de 2022.

R. L. Wallace and T. W. Snell, "Rotifera," In: J. H. Torp and A. P. Covich, Eds., **Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates**, Academic Press, Cleveland. pp. 195-254. 2001. Acesso em: 10 mar. 2023

RAMOS, Giselle Rossi Vasconcelos et. *al.* **Caracterização química do autolisado de levedura de alambique e avaliação da aceitabilidade do pão de queijo adicionado do autolisado desidratado.** Revista de Nutrição, v. 24, n. 3, p. 473-484. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1415-52732011000300010>. Acesso em: 8 fev. 2023

RIOBOO, C; PRADO, R; HERRERO, C; CID, C. 2007. **Population growth study of the rotifer Brachionus sp. fed with triazine-exposed microalgae.** Aquatic Toxicology., 247-253 Acesso em: 20 mar. 2023

ROTTA, Cristielli S.; NASS, Danilo H.; MORAES, Katlyn.; GONÇALVES-SOARES, Soares.; TSUZUKI, Mônica Y. **Análise do crescimento populacional do rotífero Brachionus sp. Utilizando flake negro e astaxantina.** [2012]. Laboratório de Piscicultura Marinha II -Departamento de Aqüicultura - CCA – UFSC. Disponível em: <https://lapmarii.paginas.ufsc.br/files/2012/08/resumo-aquaciencia-13jun.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

ROTTA, Cristielli Sorandra; DE MEDEIROS, Ane Felice Frâncio; SAYÃO, Antônio Carlos; NASS, Danilo Henrique; TSUZUKI, Monica Yumi; **Avaliação da Astaxantina e do Flake Negro na pigmentação do rotífero Brachionus sp.** Laboratório de Piscicultura Marinha II –Departamento de Aqüicultura – CCA – UFSC. 2012. Acesso em: 20 fev. 2023

SACCHAROBEER, Saccharobeer consultoria. **Dados atuais sobre o setor cervejeiro.** In: SINDICERV, Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja. Dados atuais sobre o setor cervejeiro. 2020. Disponível em: <https://saccharobeer.com/dados-do-setor-cervejeiro/>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SHREVE, R. N.; BRINK JR., JOSEPH A. **Indústrias de Processos Químicos**, 4ª edição, Editora Guanabara Koogan S. A., 1997.

SHURSON, G. C. **Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods.** Animal Feed Science and Technology, v. 235, p. 60-76. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.010>. Acesso em: 22 mar. 2022.

SILVEIRA, Erick de Abreu [UNESP]. **Caracterização bioquímica de leveduras industriais produtoras de etanol cultivadas em diferentes açúcares.** 70 p. PublishedVersion — Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/88023>. Acesso em: 6 jul. 2022.

SINDICERV, Sindicato Nacional da Industria da Cerveja. **Setor da cerveja: o parceiro da retomada da economia brasileira.** 2023 Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/noticias/setor-da-cerveja-o-parceiro-da-retomada-da-economia-brasileira/>. Acesso em: 07 abr. 2023

SIQUEIRA, Tagore Villarim de. **Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Boletim regional, urbano e ambiental, nº 17. 2017. Acesso em: 20 out. 2022

SKOOG, Douglas A.; WEST, Donald M.; HOLLER, F J.; CROUCH, Stanley R. **Fundamentos de Química Analítica:** Tradução da 9ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2015. *E-book*. ISBN 9788522121373. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522121373/>. Acesso em: 21 mar. 2023.

Song, S.K., Beck, B.R., Kim, D., Park, J., Kim, J., Kim, H.D., Ringo, E. **Prebiotics as immunostimulants in aquaculture: a review.** Fish Shellfish Immunol. 40, 40–48. 2014. Acesso em: 20 mar. 2023

Spring, P., Wenk, C., Connolly, A., Kiers, A. **A review of 733 published trials on Bio-Mos®, a mannan oligosaccharide, and Actigen®, a second generation mannose rich fraction, on farm and companion animals.** J. Appl. Anim. Nutr. 3, 1–11. 2015. Acesso em: 20 mar. 2023

SUANTIKA, G; DHERT, P; ROMBAUT, G; VANDENBERGUE, J; DE WOLF, T; PSORGELOOS. **The use of ozone in a high density recirculation system for rotifers.** Aquaculture., 201: 35-49. 2002. Acesso em: 20 fev. 2023

SUCUPIRA, Francislene Silveira et. *al.* **Alimentação de codornas de postura com rações contendo levedura de cana-de-açúcar.** Ciência Rural, v. 37, n. 2, p. 528-532. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782007000200036>. Acesso em: 19 nov. 2022.

U.S. Environmental Protection Agency. **Saccharomyces cerevisiae Final Risk Assessment,**1997. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/fra002.pdf>. Acesso em 22 mar. 2022.

VALENÇA, João Gilberto Marques. **A importância dos rotíferos na aquicultura.** TCC (Graduação em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1997. Acesso em: 18 fev. 2023

VICTRAL, Davi Madureira. **Aplicação de levedura residual como fonte de mediadores redox na descoloração redutiva de um Azo Corante Modelo.** 2015. PublishedVersion — reponame:Repositório Institucional da UFOP, [s. l.], 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6095>. Acesso em: 8 fev. 2023.

VIJAYAGOPAL P; KAJAL, C; IYYAPPARAJANARASIMAPALLAVAN, G; 1344 ANIL, M.K.; IGNATITUS, B; CORREIA, N.S.; VIJAYAN, K.K. **Development of live feed enrichment product for marine fish larviculture.** Indian Journal of Fisheries., 59: 121–125. 2012.

WACKER, Alexander; MARTIN-CREUZBURG, Dominik. **Biochemical nutrient requirements of the rotifer *Brachionus calyciflorus*: co-limitation by sterols and amino acids**. *Functional Ecology*, v. 26, n. 5, p. 1135-1143. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2012.02047.x>. Acesso em: 4 mar. 2023.

YAMADA, Eunice Akemi et. *al.* **Composição centesimal e valor proteico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados**. *Revista de Nutrição*, v. 16, n. 4, p. 423-432. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1415-52732003000400006>. Acesso em: 20 jul. 2022.