

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS  
CURSO ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JOÃO MARCOS ALVES DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE ULTRASSOM PARA OBTENÇÃO DE AUTOLISADO PROTEÍCO  
A PARTIR DE LEVEDURAS (*Saccharomyces cerevisiae*) RESIDUÁRIAS DA  
PRODUÇÃO DE CERVEJA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MEDIANEIRA - PR**

**2017**

**JOÃO MARCOS ALVES DA SILVA**

**UTILIZAÇÃO DE ULTRASSOM PARA OBTENÇÃO DE AUTOLISADO PROTEÍCO  
A PARTIR DE LEVEDURAS (*Saccharomyces cerevisiae*) RESIDUÁRIAS DA  
PRODUÇÃO DE CERVEJA.**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do Título de Engenheiro de  
Alimentos, da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná, Câmpus Medianeira.

Orientadora: Profa. Dra. Cristiane Canan

Co-orientador: Prof. Dr. Valdemar Padilha  
Feltrin

**MEDIANEIRA - PR**

**2017**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Medianeira  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Curso Graduação em Engenharia de Alimentos



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSOM PARA OBTENÇÃO DE AUTOLISADO PROTEÍCO A PARTIR DE LEVEDURAS (*Saccharomyces cerevisiae*) RESIDUÁRIAS DA PRODUÇÃO DE CERVEJA.

por

JOÃO MARCOS ALVES DA SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 9h00min do dia 23 de novembro de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Profa. Dra. Cristiane Canan  
Orientadora

---

Prof. Dr. Valdemar Padilha Feltrin  
Co-orientador

---

Profa. Dra. Eliane Colla  
Membro Titular

---

Profa. Dra. Denise Pastore de Lima  
Membro Titular

Medianeira, 23 de novembro de 2017

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus pela benção da vida, pelas oportunidades que colocou em meu caminho e força concedida durante toda a caminhada.

Agradeço a Profa. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Canan e ao Prof. Dr. Valdemar Padilha Feltrin, pela oportunidade, confiança, orientação e amizade.

Aos meus pais, Selma Regina Rodrigues Alves da Silva e Marcos Alexandre Rodrigues Alves da Silva por todo apoio, presença, amor e incentivo em todas as etapas da minha vida. Aos meus irmãos, Pedro Henrique Alves da Silva e Maria Júlia Alves da Silva, por todo apoio e amizade.

A minha namorada, Raíssa Aline Ostjen, pelo carinho, companheirismo e compreensão. Por compartilhar comigo esse momento, por ser paciente em minhas ausências e me ajudar bastante dando dicas e apoio moral para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos que adquiri durante esses anos de faculdade, meu muito obrigado pela parceria e amizade consolidada nesse tempo.

Aos amigos de longe, que ainda assim sempre se fizeram presentes. Obrigado por entenderem as minhas ausências e pela parceria de anos.

Aos professores que tanto colaboraram para minha formação.

## RESUMO

SILVA, João. M. A. **Utilização de ultrassom para obtenção de um autolisado proteico a partir de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) residuária da produção de cerveja**. 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Câmpus - Medianeira.

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* está presente na indústria de alimentos comumente no processo de fermentação alcoólica. Na produção de cerveja há geração de dois resíduos, que são o bagaço do malte e a biomassa de levedura, na qual durante o processo de fermentação na produção da cerveja a massa da levedura pode aumentar em até seis vezes em relação ao seu valor inicial. Estas leveduras são uma ótima fonte de proteínas e por não apresentarem características patogênicas, é possível sua utilização na alimentação animal e humana. O objetivo deste trabalho foi obter um autolisado proteico de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) provenientes de micro cervejaria, através do uso do ultrassom. Para isto, foi realizada a comparação da metodologia tradicional (autólise por adição de álcool) de obtenção de autolisado proteico de levedura e o método utilizando ultrassom. Posteriormente, foi avaliada a composição centesimal do autolisado proteico obtido e o mesmo foi empregado na elaboração de hambúrguer bovino em substituição da proteína de soja. Após isso, foi possível realizar a caracterização físico-química do produto cárneo. Como resultado, o autolisado proteico apresentou teor de 38,5% de proteínas totais em menor tempo (20 min) do que os procedimentos tradicionais citados na literatura devido ao uso da sonda de ultrassom como veículo para realização da autólise. Ao aplicá-lo em hambúrgueres bovinos como ingrediente alimentar foi possível verificar que a proteína de soja texturizada pode ser substituída dentro dos parâmetros analisados pelo autolisado proteico de levedura proveniente de cervejaria.

**Palavras-chave:** Biomassa, proteína, produtos cárneos.

## ABSTRACT

SILVA, João. M. A. **Ultrasound application for obtaining autolysated yeast protein (*Saccharomyces cerevisiae*) from the production of beer.** 2017. Monography (Bachelor in Food Engineering) - Federal Technological University of Paraná, Medianeira.

Yeast *Saccharomyces cerevisiae* is commonly present in the food industry in the process of alcoholic fermentation. In the production of beer there is generation of two residues, the malt bagasse and yeast biomass, in which, during the fermentation process in brewing, the yeast mass can increase by up to six times its initial value. These yeasts are a good source of proteins and because they do not present pathogenic characteristics, it is possible to use them in animal and human feeding. The objective of this work was to obtain autolysated yeast protein (*Saccharomyces cerevisiae*) from micro brewing, through the usage of ultrasound. For this, a comparison was made between the traditional method of obtaining autolysated yeast protein and the new method using ultrasound. Subsequently, the centesimal composition of the obtained protein was evaluated and the product was used in the elaboration of bovine burger. After that, it was possible to perform the physico-chemical characterization of the meat product. The outcome of the autolysated protein resulted in a total protein content of 38.5% and in a shorter time than the traditional procedures cited in the literature due to the usage of the ultrasound as a vehicle for autolysis. By applying it to bovine hamburgers as a food ingredient it was possible to verify that the textured soy protein can be replaced by brewer's autolysated yeast protein.

**Key words:** Biomass, protein, meat products.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da Produção de Cerveja .....	6
Figura 2 - Fluxograma Representativo do Processo de Obtenção do Autolisado Proteico de Levedura .....	16
Figura 3 – Fotografias das Leveduras <i>Saccharomyces cerevisiae</i> antes da Aplicação do Ultrassom.....	21
Figura 4 – Fotografias das Leveduras <i>Saccharomyces cerevisiae</i> com o uso do Ultrassom por 20 min, com Frequência de 20 khz e Potência de 100% com Aumento de 1000x no Microscópio ótico e Corante Fucsina .....	21

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matéria-prima e Ingredientes Utilizados na Elaboração de Hambúrgueres Bovinos Adicionados ou não de Autolisado Proteico .....	17
Tabela 2 - Caracterização Físico química do Autolisado de Levedura Proveniente de Cervejaria, Alambique e Destilaria de Álcool.....	22
Tabela 3-Resultados Expressos em Porcentagem para Perda de Peso, Encolhimento e Aumento da Altura após a cocção .....	24



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

$P_i$  = Peso do Hambúrguer cru

$P_f$  = Peso do Hambúrguer após o cozimento

$A_i$  = Área do Hambúrguer cru

$A_f$  = Área do Hambúrguer após o cozimento

$L_i$  = Altura do Hambúrguer cru

$L_f$  = Altura do Hambúrguer após o cozimento

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
3.1 A CERVEJA.....	4
3.1.1 Etapas de Fabricação da Cerveja.....	5
3.1.1.1 Obtenção do Malte.....	6
3.1.1.2 Preparo do Mosto.....	7
3.1.1.3 Fermentação.....	7
3.1.1.4 Processamento da Cerveja.....	8
3.1.1.5 Envase.....	8
3.1.1.6 Cerveja Envasada.....	9
3.2 RESÍDUOS DA FABRICAÇÃO DA CERVEJA.....	9
3.2.1 Bagaço do Malte.....	9
3.2.2 Biomassa de Levedura.....	10
3.3 PROTEÍNAS PROVENIENTES DO EXTRATO DE LEVEDURA.....	11
3.4 APLICAÇÃO DE ULTRASSOM.....	12
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
4.1 MATERIAIS.....	14
4.2 MÉTODOS.....	14
4.2.1 Obtenção do Autolisado Proteico.....	14
4.2.2 Verificação da Autólise.....	16
4.2.3 Caracterização do Autolisado Proteico.....	17
4.2.4 Estudo da Viabilidade de Aplicação do Autolisado Proteico em Hambúrguer.....	17
4.2.4.1 Determinação da Perda de Peso por Cocção.....	18
4.2.4.2 Determinação das Alterações Dimensionais após a Cocção.....	18
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
5.1 OBTENÇÃO AUTOLISADO POTEICO.....	20
5.1.1 Acompanhamento da Autólise.....	21
5.1.2 Composição Centesimal do Autolisado Proteico.....	22
5.1.3 Avaliação de Propriedades Funcionais do Autolisado Proteico Aplicado em Hambúrguer.....	23
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* está presente na indústria de alimentos comumente no processo de fermentação alcoólica, panificação, produção de vinho e de cerveja e também em indústrias dos combustíveis ligada à produção do etanol (METRI et al., 2003). Devido sua rápida multiplicação, geram um excedente de produção, e conseqüentemente tornam-se um resíduo agroindustrial (MOREIRA et al., 2002). Estas leveduras são uma ótima fonte de proteínas e por não apresentarem características patogênicas, é possível sua utilização na alimentação animal e humana (METRI et al., 2003).

A proteína desses microrganismos é uma fonte não convencional alternativa, podendo substituir outras proteínas de origem animal ou vegetal. A produção de autolisado proteico de biomassa de leveduras se mostra vantajosa já que há elevada disponibilidade desta matéria, seu desenvolvimento é rápido, podem ser manipuladas geneticamente para uma possível melhora na sua composição e ainda, não são necessárias grandes áreas para a sua produção (FERREIRA et al., 2010).

A utilização da levedura íntegra em alimentos era delimitada por possuir um odor e sabor indesejáveis (HALÁSZ; LÁSZTITY, 1991 *apud* YAMADA et al., 2010). Mas quando realizada a prática de autólise e de fracionamento, são produzidos derivados possíveis de serem utilizados em alimentos (YAMADA et al., 2010).

Novas tecnologias estão sendo aplicadas na indústria alimentícia para a extração e purificação de diferentes substâncias, a fim de deixar os processos produtivos mais eficazes e também mais seguros. A utilização de ultrassom é uma destas tecnologias que objetiva obter um produto final de ótima qualidade (CHEMAT; ZILL-E-HUMA; KHANNOS, 2011), sendo esta técnica aplicada para a obtenção de isolados e concentrados proteicos (JAMBRAK et al., 2009).

A utilização do autolisado de levedura é vista como um substituto em potencial do sódio em produtos cárneos, produtos que são impulsionados por uma onda de consumidores que visam um consumo de produtos com redução no teor de sódio. O autolisado ou extrato de levedura tem como características um sabor

parecido com o de caldo de carne, sendo possível uma melhoria no produto final relacionada ao gosto, sensação na boca, sabor e acidez do produto final (BRANDSMA, 2008).

Produtos cárneos processados são considerados produtos em que se tem a modificação do aspecto original da carne fresca, por processos químicos ou físicos. Essas modificações estão relacionadas às características sensoriais como, sabor, cor e aroma definidas por cada processo, mas não alteram significativamente as características nutricionais da carne (ROMANELLI; CASERI; LOPES, 2002).

O hambúrguer é um produto popularmente conhecido devido a sua facilidade e rapidez no preparo. Este alimento é proveniente de carne moída podendo ou não ser acrescido de condimentos ou gorduras e suscetivelmente moldado. E ainda é fonte de nutrientes que ajudam a saciar a fome rapidamente, combinando com o modo de vida da população (ARISSETO, 2003).

Diante disso, o presente trabalho buscou obter através da utilização do ultrassom um autolisado proteico de levedura proveniente de cervejaria e analisar algumas propriedades funcionais de sua aplicação em hambúrguer bovino.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

– Obter um autolisado proteico de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) residuárias provenientes de uma cervejaria a partir da aplicação de ultrassom de alta potência.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

– Realizar a comparação entre os métodos tradicionais de obtenção de autolisado proteico de levedura e o método utilizando ultrassom;

– Avaliar a composição centesimal do autolisado proteico obtido;

– Avaliar as propriedades funcionais (perda de peso, encolhimento e altura após cozimento) do hambúrguer produzido com autolisado proteico de leveduras.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A CERVEJA

Definida como uma bebida alcoólica, a cerveja é proveniente do malte de cevada fermentado por levedura, água potável e adição de lúpulo. Sua fabricação é regulamentada pela Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, do MAPA, e regida pelo Decreto n. 2.314, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), que dispõe sobre a padronização, classificação, registro, inspeção, produção e a sua fiscalização.

Na história existe registro da utilização da cerveja, entre os povos do Egito, Babilônia e Suméria. Também foi encontrado vestígios de que a bebida era produzida pelos gregos e romanos durante o ápice dessas civilizações. Mas foram os bárbaros de origem germânica que se destacaram na arte de fabricar cerveja. No século XIII, os germânicos foram os primeiros a utilizar o lúpulo como condimento na cerveja, deixando-a com essa característica até a atualidade (AQUARONE et al., 2001).

No Brasil, a cerveja chegou com D. João VI, no começo do século XIX, sendo ela importada de países do velho continente. Ainda no século XIX, no ano de 1888 na cidade do Rio de Janeiro aconteceu a fundação da “Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia.” E logo depois em 1891, a Companhia Antártica Paulista, localizada na cidade de São Paulo (AQUARONE et al., 2001).

No ano de 2014 a produção mundial de cerveja foi de 196 bilhões de litros, inferior a produção de 2013 (197,2 bilhões), esta queda não acontecia há 20 anos. Em números parece não ser um valor tão expressivo, mas o volume não produzido equivale a 355 mL de cerveja por adulto no mundo (BECK, 2015). E neste mesmo ano, o país que liderou o *ranking* na produção de cerveja foi a China com 49,2 bilhões de litros/ano, seguida pelos EUA que produziu aproximadamente 22,6 bilhões de litros/ano e o Brasil, em terceiro lugar, com 14 bilhões de litros de

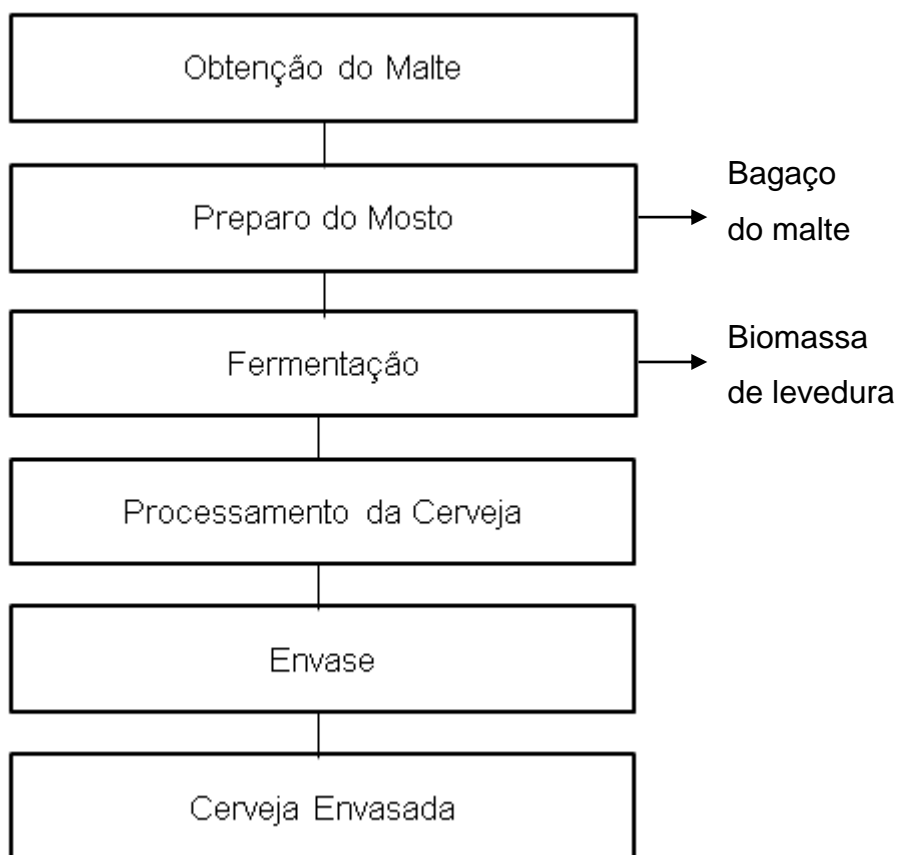
cerveja/ano, ficando na frente da tradicionalíssima Alemanha com 9,6 bilhões de litro/ano (BECK, 2015).

As cervejas podem ser classificadas quanto ao seu extrato primitivo variando de leve, com extrato igual ou superior a 5% e inferior a 10,5% em peso. A cerveja classificada como comum deve apresentar extrato igual ou superior a 10,5% e inferior a 12,5%. Já a cerveja extra deve apresentar extrato primitivo igual ou superior a 12,5% até 14%. E por fim a cerveja classificada como forte, apresentara seu extrato primitivo superior a 14% (BRASIL, 1997).

A classificação da cerveja ainda pode ser caracterizada quanto a sua cor, sendo clara ou escura, ou então pelo seu teor alcoólico, com ou sem álcool. Também existe a classificação relacionada à quantidade de malte utilizado e ainda quanto ao tipo de fermentação, se é baixa ou alta (BRASIL, 1997). O malte pode ser substituído parcialmente por cereais não maltados, substratos que possuem um menor custo e apresentam alta fonte de carboidratos.

### 3.1.1 Etapas de Fabricação da Cerveja

O processo utilizado para a elaboração da cerveja compreende diversas etapas, dentre elas: obtenção do malte, preparo do mosto, fermentação, processamento e envase (FIGURA 1).



**Figura 1 - Etapas da Produção de Cerveja**  
Fonte: Santos; Ribeiro (2005).

### 3.1.1.1 Obtenção do malte

O malte é obtido das maltarias que podem ou não ser vinculadas às cervejarias. A cevada quando chega as maltarias passa por um processo de limpeza e seleção. Posteriormente, vai para silos, onde ficam à temperatura e concentrações de oxigênio controladas e recebe água até ficar com a umidade em torno de 45%. Nessas condições, inicia-se a germinação e a partir desta etapa, a cevada é levada a estufas com temperatura e umidade controlada, até que os grãos comecem a brotar (5 a 8 dias). Por fim, os grãos são secos até atingirem uma umidade próxima a 5%. Em alguns processos esse malte já seco pode passar por um processo de



torrefação, apresentando características diferenciadas para a cerveja (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

### 3.1.1.2 Preparo do mosto

O malte pode primeiramente ficar armazenado ou então já entrar no processo produtivo. A primeira etapa de preparação do mosto é a moagem do malte que é geralmente realizada em moinhos de martelo ou de rolo. Após a moagem, é realizado o processo de maceração, onde o malte moído é misturado em água à temperatura de 65 °C, como o objetivo de ativar as enzimas presentes no malte para que estas atuem na quebra dos açúcares de cadeia complexa (amido) em açúcares de cadeia menores (glicose, maltose e dextrinas), que serão o substrato das leveduras (AQUARONE et al., 2001).

Seguindo esta etapa, o mosto é resfriado e posteriormente filtrado para remoção de resíduos dos grãos. E então a parte sólida restante é denominada dreche ou bagaço de malte (GALVÃO, 1997).

O mosto passa por um processo de fervura por um período de 60 a 90 minutos a temperatura de 100°C para esterilização e inativação das reações enzimáticas. Nesta mesma fase ocorre ainda a adição dos aditivos responsáveis pelas características sensoriais do produto. Em seguida, o mosto é resfriado a temperatura de 6 a 12°C dependendo do tipo de levedura utilizada na fermentação, e finalmente recebe ar estéril para o completo desenvolvimento do microrganismo (AQUARONE et al., 2001).

### 3.1.1.3 Fermentação

Com o mosto devidamente preparado começa-se a fermentação, que pode ser separada em duas etapas: na primeira, chamada de aeróbia acontece o desenvolvimento da levedura aumentando a quantidade em até seis vezes. E logo em seguida, tem-se a fase anaeróbia, ocorrendo à fermentação, transformação dos açúcares presentes no mosto em CO<sub>2</sub> e álcool. A fermentação dura de 6 a 9 dias, com temperaturas entre 8 e 15°C. Ao final da fermentação há uma elevada quantidade de leveduras, que deve ser separada do produto final. Pode ainda, ser utilizada em nova fermentação, porém apresenta baixa eficiência, ou então, vendida para indústrias de beneficiamento proteico (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

#### 3.1.1.4 Processamento da Cerveja

Após a fermentação o mosto recebe a denominação de cerveja verde, mas a bebida ainda não esta pronta para ser envasada, antes é necessário que ocorra um processo de maturação. Nessa etapa o produto fica descansando na dorna a temperatura de 0°C por um período de 15 a 60 dias, para que ocorram reações químicas que auxiliarão na estabilização do produto e também a decantação ou precipitação do levedo (DOBRZANSKI; DIAS; AYALA, 2008).

Antes do envase, o produto passa por um último processo de filtração e carbonatação (adição de CO<sub>2</sub>), necessária, pois a quantidade de gás presente não é suficiente para atender as necessidades do produto final (GALVÃO, 1997).

#### 3.1.1.5 Envase

Com o produto final pronto, o mesmo é encaminhado para o processo de envasamento realizado por máquinas enchedoras, onde a bebida pode ser acomodada em garrafas de vidro, ou em latas de alumínio. Nesse processo é

necessário tomar cuidado para que não ocorra a contaminação do produto ou então perda de gás carbônico (AQUARONE et al., 2001).

#### 3.1.1.6 Cerveja Envasada

Após o envasamento, a cerveja precisa ser pasteurizada. Nesse processo as garrafas ou latas são submetidas a um aquecimento chegando a temperaturas de 60°C seguida de um rápido resfriamento (4°C). Essa etapa faz com que o produto alcance um maior tempo de validade chegando até a seis meses. E por fim o produto já finalizado é encaminhado para rotulagem e encaixotamento (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

### 3.2 RESÍDUOS DA FABRICAÇÃO DA CERVEJA

Na produção de cerveja há a geração de dois resíduos: o bagaço do malte e a biomassa de levedura. Esses resíduos antes de serem descartados devem sofrer tratamentos a fim de minimizar os impactos ambientais. Atualmente, com os avanços tecnológicos, estes resíduos estão recebendo diferentes destinos (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

#### 3.2.1 Bagaço do Malte

O bagaço do malte é o principal subproduto da produção de cerveja. Este bagaço é proveniente da obtenção do mosto, após o processo de fervura do malte

moído e dos adjuntos, seguindo de filtração, dando origem ao subproduto (AQUARONE et al., 2001).

Geralmente produzem-se 20 kg de bagaço de malte a cada 100 litros de cerveja (SANTOS; RIBEIRO, 2005). Esse subproduto é considerado um material lignocelulósico, apresentando composição química com 35% de hemicelulose, 20% de celulose, 10% de lignina e 10% de gorduras (REINOLD, 1997). Além de ser um produto possível de ser utilizado na alimentação animal, por apresentar um alto teor de fibras e uma quantidade significativa de proteínas e açúcares, sendo desta forma uma alternativa para serem incluídos em produtos de panificação (DOBRZANSKI; DIAS; AYALA, 2008).

### 3.2.2 Biomassa de Levedura

No Brasil, a biomassa de levedura é proveniente de dois segmentos industriais: o setor cervejeiro e o setor sucro-alcooleiro (FURCO, 1996). No processo de fermentação na produção da cerveja a massa de levedura pode aumentar em até seis vezes em relação ao seu valor inicial. Geralmente em uma fermentação tipo *Lager* (leveduras ficam no fundo do fermentador) a quantidade de biomassa produzida pode chegar a  $2,3 \text{ kg.m}^{-3}$  (HELLBORGM; PISKUR, 2009).

Segundo Butolo (1996) o valor nutritivo da levedura depende do tipo de substrato que foi usado na fermentação. As leveduras em média apresentam uma variação na quantidade de lipídios que variam de 4 a 7%, em sua maioria ácidos graxos de cadeia longa, com aproximadamente 20% de ácido oléico, 15% de linolênico e 40% de linoleico (SCHNELL; AKIN, 1979 *apud* DZIMBA, 1994).

Chaud e Sgarbieri (2006) encontraram em leveduras provenientes de fermentação alcoólica, concentração de 77,8% de fibras totais, sendo estas compostas por 3,8% de fibras insolúveis e 74% de fibras solúveis. As fibras que compõem a parede celular das leveduras são manana, glicana e glicoproteína, essas fibras apresentam elevados índices de absorção de água e óleo, e ainda boas

propriedades geleificantes e emulsificantes. Além desses compostos as leveduras ainda são ricas em vitaminas do complexo B (B1, B2 e B6) (HALASZ; LÁZTITY, 1991).

### 3.3 PROTEÍNAS PROVENIENTES DO EXTRATO DE LEVEDURA

Quando uma proteína apresenta uma quantidade de aminoácidos adequada e equilibrada, aproximando-se do padrão de referência *Food and Agriculture Organization/Organização Mundial de Saúde* (FAO/ OMS, 1985) essa proteína é considerada de bom valor nutricional. Esses aminoácidos são triptofano, lisina, histidina, leucina, metionina, isoleucina, valina e fenilalanina (TIRAPEGUI, 2000).

Vilela, Sgarbieri e Alvim (2000) realizaram pesquisas com leveduras provenientes de cervejaria e determinaram que a proteína presente nesse microrganismo está de acordo com a exigências da FAO/OMS (1985).

Em estudo realizado por Yamada et al. (2003) para analisar a composição centesimal da célula íntegra e dos derivados de levedura de destilaria de álcool, foi encontrados valores de proteína de 39,6% para célula íntegra, 40,4% para autolisado, 50,7% para o extrato e 62,4% para o concentrado proteico fosforilado. O autolisado foi quem apresentou um melhor escore de aminoácidos, não apresentando deficiência com relação ao que diz a FAO/OMS (1985).

Junqueira et al. (2008) realizaram um experimento comparando vários níveis e fontes proteicas aplicados em rações de suínos com 36 dias de idade até 70 dias, avaliando a morfologia intestinal e a relação peso do pâncreas/peso de carcaças. Foi realizado seis tipos de tratamentos: leite em pó desnatado (8,80 e 12%). Isolado proteico de soja (3,20 e 4,505); farinha de peixe (5,0%) e levedura seca (10,0%). Obtiveram-se resultados que não apresentavam diferença entre as fontes proteicas, concluindo-se assim que a levedura seca também é uma boa fonte de proteína.

SGARBIERI et al. (1999) fez um alerta sobre o consumo acima de 30 g.dia<sup>-1</sup> de células secas de leveduras ou acima de 2 g.dia<sup>-1</sup> de ácidos nucléicos, alertando que o consumo exagerado podem causar cálculos renais e/ou gota em humanos.

### 3.4 APLICAÇÃO DE ULTRASSOM

As ondas de ultrassom são ondas mecânicas, que não possuem capacidade de se propagar no vácuo, mas sim através de um meio. As ondas são formadas quando partículas são munidas de energia e começam a vibrar, de modo que às partículas transfiram uma fração dessa energia em forma de onda. Quando essas ondas são propagadas nos líquidos e no ar dão origem ao fenômeno conhecido como som e quando se propagam em corpos sólidos o fenômeno é a vibração (WILLIAMS, 1983 *apud* PEDRO, 2008).

O estudo da propagação de onda começou com Paul Langevin em 1917 devido à necessidade de se detectar “icebergs” presentes no oceano evitando acidentes com embarcações (MASON; PANIWNKY; LORIMER, 1996).

Geralmente para seres humanos com audição normal a faixa de som varia de 20 Hz até 20 kHz (ASHOKKUMAR; KENTISH, 2011). As ondas de ultrassom são imperceptíveis para seres humanos onde estas variam de 20 kHz até 1 MHz. As frequências de ondas acima de 1 MHz são conhecidas como ondas de alta frequência (MANSON, 1990).

Na indústria alimentícia o ultrassom é classificado em duas categorias com relação ao seu uso, sendo de baixa e alta intensidade. O ultrassom de baixa intensidade tem como características a alta frequência junto com a baixa intensidade. Já os de alta intensidade possuem uma baixa frequência associado a uma alta intensidade (KNORR; HEINZ; LEE, 2004).

Quando o ultrassom é aplicado na faixa de 20 kHz é induzido o fenômeno de cavitação (POVEY; MASON, 1998; SORIA; VILLAMIEL, 2010). Sinisterra (1992) define cavitação como sendo a formação de cavidades ou então de microbolhas no

meio líquido, contendo frações de vapor. O fenômeno da cavitação faz com que as células e as macromoléculas presentes no meio tenham sua estrutura e suas funções alteradas (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1986).

O processo de cavitação por ultrassom apresenta utilidade quando ocorre o colapso de microbolhas, fazendo com que ocorra o rompimento celular (LEONG; ASHOKKUMAR; KENTISH, 2011), facilitando uma maior entrada de solvente na célula ocorrendo essa combinação se tem o rompimento da parede celular facilitando a dissociação do conteúdo biológico (GOGATE; KABADI, 2009). A grande vantagem dessa combinação é a diminuição do tempo e um ganho no rendimento extração (BETANCOURT; 2008).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAIS

A obtenção do autolisado proteico de leveduras se deu a partir do resíduo fermentativo da produção de cerveja proveniente de uma micro cervejaria da cidade de Medianeira – PR. Para a elaboração dos hambúrgueres também foram utilizados carne bovina moída adquirida no comércio local e demais ingredientes utilizados disponíveis no Laboratório de Tecnologia de Carnes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Medianeira, bem como todos os equipamentos e utensílios necessários para o desenvolvimento do projeto.

### 4.2 MÉTODOS

#### 4.2.1 Obtenção do Autolisado Proteico

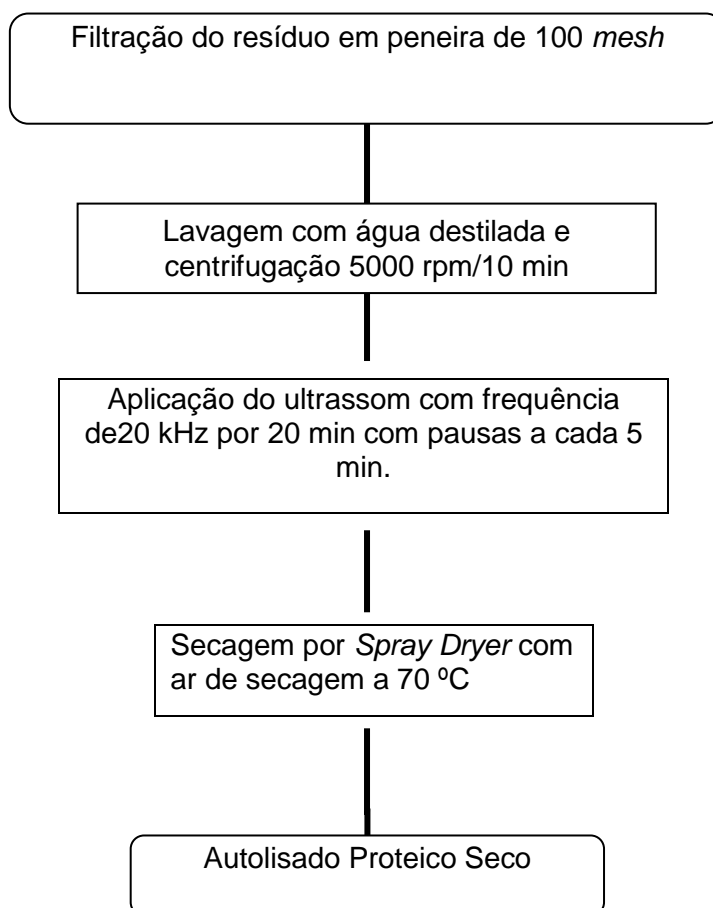
A metodologia utilizada para a obtenção do autolisado baseou-se na utilizada por Yamada et al. (2003). Primeiramente, o resíduo do processo fermentativo obtido da micro cervejaria foi filtrado com auxílio de uma peneira com malha de 100 *mesh* para remoção do conteúdo residuário do mosto. Em seguida, o material foi congelado até o processamento.

Para o rompimento da parede celular da *Saccharomyces cerevisiae*, o resíduo foi descongelado e seguido de 5 lavagens sucessivas com água corrente e centrifugação a 5000 rpm (Hettich, modelo 420R) por 10 minutos a temperatura ambiente. Foi preparada uma suspensão em água destilada na proporção de 1:3 do precipitado com pH 5,4 sem correção. Após isso, a suspensão de biomassa foi



submetida ao ultrassom tipo sonda (Sonics Vibra Cell) com frequência de 20 kHz e potência de 100% por 20 minutos, com pausa a cada 5 minutos para resfriamento. O resfriamento era realizado em recipientes com gelo por cerca de 15 minutos, tempo este suficiente para que a amostra chegasse à temperatura abaixo de 30 °C. O resfriamento foi necessário devido à alta potência do equipamento onde a amostra alcançava temperaturas próximas de 50 °C em 5 minutos. Este cuidado foi necessário para que não houvesse elevada desnaturação das proteínas.

Após realizado o processo de autólise sucedeu-se a secagem, nessa etapa foi utilizado o equipamento *spray dryer* (LABMAQ, MSD 1,0, São Paulo, Brasil) com câmara de secagem em aço inox (500 mm × 150 mm), bico atomizador tipo duplo fluido, com orifício de 0,7 mm de diâmetro. A alimentação foi feita através de uma bomba peristáltica, sob condições constantes de pressão do compressor do ar de secagem (4 kgf.cm<sup>-2</sup>) e vazão do ar comprimido (30 mL.min<sup>-1</sup>) com vazão de entrada da amostra 0,5 (L.h<sup>-1</sup>), temperatura do ar de entrada 125 °C e temperatura do ar de saída de 70 °C. Estas condições operacionais foram fixadas com base em resultados de testes preliminares. Esse processo pode ser melhor visualizado no fluxograma representado na Figura 2.



**Figura 2 - Fluxograma representativo do processo de obtenção do autolisado proteico de levedura**  
**Fonte: Autoria Própria**

#### 4.2.2 Verificação da Autólise

A confirmação da ocorrência do processo de autólise foi dada a partir de observação de lâminas em microscópio ótico (Olympus, modelo BX51) com aumento de 1000x e corante fucsina.

#### 4.2.3 Caracterização do Autolisado Proteico

A determinação do teor de lipídios foi realizada por meio do extrator de *Soxhlet*, umidade pelo método gravimétrico, por meio de secagem da amostra em estufa a 105 °C até atingir peso constante, proteínas pelo método de *Kjeldahl*, com um fator de conversão nitrogênio/proteína de 6,25 (Instituto Adolto Lutz, 2008). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

#### 4.2.4 Estudo da Viabilidade de Aplicação do Autolisado Proteico em Hambúrguer

O autolisado proteico foi utilizado na elaboração de três formulações de hambúrgueres de carne bovina conforme descrito na Tabela 1.

Os hambúrgueres foram elaborados com peso médio de 100 g cada. Posteriormente, sofreram cocção em forno elétrico (Fischer Grill de bancada, modelo 44L) pré-aquecido a 200 °C até atingir temperatura interior maior ou igual a 80°C.

**Tabela 1 - Matéria-prima e Ingredientes Utilizados na Elaboração de Hambúrgueres Bovinos Adicionados ou não de Autolisado Proteico**

Matéria-prima e ingredients	Formulações (%)		
	F1	F2	F3
Carne bovina	79,80	79,80	79,80
Água/gelo	13,60	13,60	13,60
Proteína texturizada de soja	4,00	2,00	-
Autolisado proteico de levedura	-	2,00	4,00
Cloreto de sódio	2,04	2,04	2,04
Condimento para hambúrguer	0,56	0,56	0,56
TOTAL (%)	100	100	100

**Fonte: Autoria Própria**

#### 4.2.4.1 Determinação da Perda de Peso por Cocção

A perda de peso por cocção se deu pelo registro dos pesos antes e após o cozimento em forno elétrico (marca Fischer Grill de bancada, modelo 44L). Onde a perda de peso foi calculada pela relação entre o peso do hambúrguer cru ( $P_i$ ) e peso do hambúrguer após o cozimento ( $P_f$ ) multiplicado por 100 (Equação 1). O cozimento foi considerado completo quando a temperatura interna atingiu 80°C.

$$\text{Perda de peso por cocção} \quad (\%) = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

#### 4.2.4.2 Determinação das Alterações Dimensionais após a Cocção

O encolhimento dimensional foi calculado medindo-se o diâmetro e altura de cinco hambúrgueres de cada formulação antes e após o cozimento (até temperatura interna de 80°C) com auxílio de um paquímetro. Posteriormente, foi calculada a relação entre a área do hambúrguer cru ( $A_i$ ) e a área do hambúrguer após o cozimento ( $A_f$ ) multiplicado por 100 (Equação 2).

Quanto à altura (L), a mesma foi medida com antes e após o cozimento e calculada a relação entre a altura do hambúrguer cru ( $L_i$ ) e a altura do hambúrguer após o cozimento ( $L_f$ ) multiplicado por 100 (Equação 3).

$$\text{Encolhimento dimensional da área após a cocção} \quad (\%) = \frac{A_i - A_f}{A_i} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

*Aumento da altura após a cocção*

$$(\%) = \frac{L_f - L_i}{L_f} \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

Para a análise dos resultados obtidos após a cocção foi utilizada a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando o software Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 OBTENÇÃO DO AUTOLISADO PROTEICO.

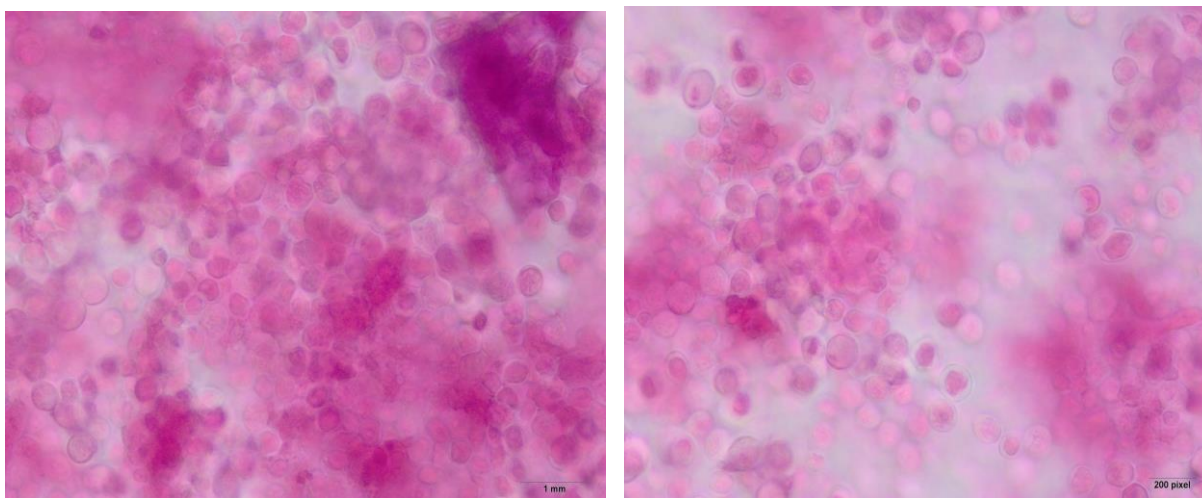
O resíduo do processo fermentativo da cervejaria contém pequena quantidade de álcool e outros componentes provenientes do processo de elaboração da cerveja. Após a passagem da biomassa vinda da micro cervejaria pela peneira de 100 *mesh* pode-se perceber uma diminuição no volume de biomassa devido a remoção dos resíduos proveniente do processo de fermentação, como bagaço do malte e demais substratos adicionados no processo de produção,

Após as etapas de lavagem seguidas de centrifugação, observou-se também a redução do volume de biomassa, a qual ficou com consistência extremamente pastosa. Desta forma, obteve-se em média uma diminuição de 50% do peso inicial. Fato este também relatado por Ramos (2009) que utilizou biomassa de levedura proveniente de alambique. Essa redução de peso, se da possivelmente pela remoção de grande quantidade de água e também do álcool presente no resíduo.

Com o uso da sonda de ultrassom na autólise foi possível obter uma otimização do tempo no processo, que foi de 20 minutos. Neste trabalho o tempo de autólise foi inferior aos encontrados na literatura. Ramos (2009), Santucci et al. (2003a) e Souza (2016) necessitaram de 24 horas de agitação da biomassa para realizar tal processo. Estudo realizado por Martin et al. (2013) para autolizar leveduras da produção de vinho utilizando o banho de ultrassom foi necessário 20 horas de exposição das células ao ultrassom para a realização do processo de autólise.

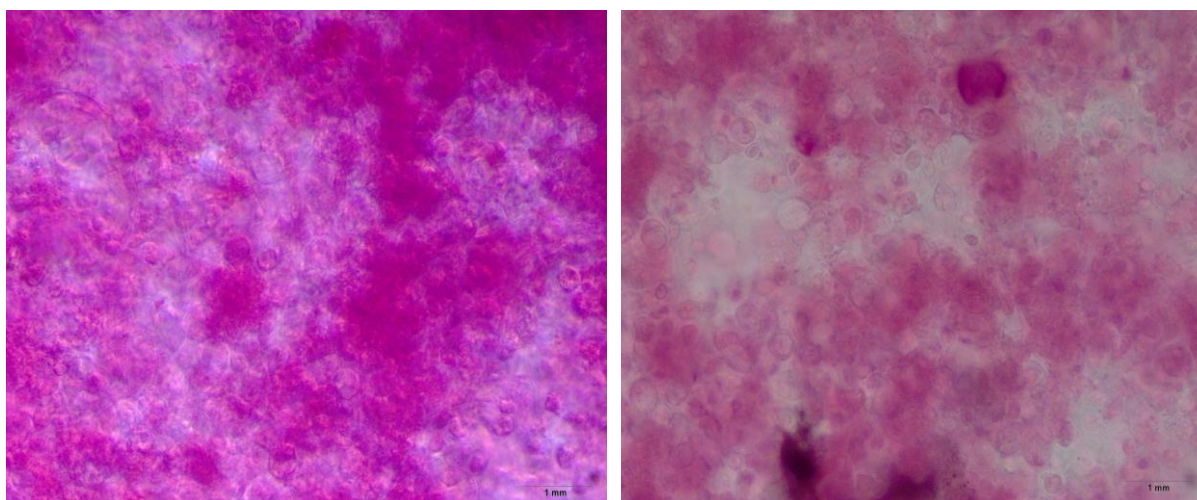
### 5.1.1 Acompanhamento da Autólise

A confirmação da ocorrência do processo de autólise se deu por meio de observação das leveduras em microscópio ótico com aumento de 1000x como apresentadas nas Figuras 3 e 4.



**Figura 4 – Fotografias das leveduras *Saccharomyces cerevisiae* antes da aplicação do ultrassom**

**Fonte: Aatoria Própria**



**Figura 3 – Fotografias das leveduras *Saccharomyces cerevisiae* com o uso do ultrassom por 20 min, com frequência de 20 kHz e potência de 100% com aumento de 1000x no microscópio ótico e corante fucsina**

**Fonte: Aatoria Própria**

Na Figura 3 as células de leveduras estão íntegras, bem definidas e com uma coloração mais intensa, diferente das apresentadas na Figura 4, onde as imagens das células de *Saccharomyces cerevisiae* apresentam-se danificadas, sem bordas definidas e com menor absorção do corante fucsina pela parede celular, indicando a degradação da mesma devido ao processo de autólise.

Em trabalho realizado por Ramos (2009) que utilizou autólise etanólica combinada com a elevação da concentração de NaCl no meio, foi possível observar de forma mais clara como as células de levedura ficaram degradadas após a realização da autólise, pois o autor neste caso utilizou um microscópio com um aumento de 6000x.

### 5.1.2 Composição Centesimal do Autolisado Proteico

A caracterização centesimal de leveduras provenientes de diferentes seguimentos como alambique, cervejaria e destilaria foram comparadas com a produzida neste trabalho representado pela Cervejaria 1 (TABELA 2).

**Tabela 2 – Composição centesimal do Autolisado de Levedura Proveniente de Cervejaria, Alambique e Destilaria de Álcool.**

<b>Procedência</b>	<b>Cervejaria 1</b>	<b>Cervejaria 2</b>	<b>Alambique 3</b>	<b>Destilaria 4</b>	<b>Cervejaria 5</b>
<b>Componente (%)</b>	<b>Autolisado</b>	<b>Autolisado</b>	<b>Autolisado</b>	<b>Autolisado</b>	<b>Autolisado</b>
Proteína Bruta (Base seca)	38,5	43,94	24,66	40,4	39,00
Gordura	0,57	3,34	1,23	1,2	-

1 Média dos resultados (em triplicata) obtidos neste trabalho.

2 VILELA SCARBIERE e ALVIM (2000)

3 RAMOS (2009)

4 YAMADA et al. (2003)

5 SOUZA (2016)

**Fonte: Autoria Própria**



Conforme a Tabela 2 é possível observar que o valor encontrado para proteína (38,5%) neste trabalho é condizente com os valores encontrados por Souza (2016) que também utilizou levedura proveniente de cervejaria no processo de autólise. Também é possível identificar que a porcentagem de proteína da levedura da cervejaria 1 apresenta maior valor do que a que foi encontrada em alambique. Ao comparar o valor da proteína da cervejaria 2 e da destilaria é possível identificar que o valor da proteína apresentou-se abaixo em ambas. Para o resultado encontrado para gordura, o valor encontrado para cervejaria1 apresenta-se abaixo dos demais.

Vale ressaltar que as diferenças encontradas nos diferentes parâmetros podem ser explicadas devido ao meio em que a levedura foi inserida para a fermentação, ao tipo de fermentação e também aos outros componentes que são adicionados ao mosto antes do processo fermentativo.

Outra análise realizada no presente trabalho foi a de umidade resultando em um valor 5,09%, valor este que se aproximou do encontrado por Ramos (2009) de 4,8% onde o autolisado foi seco em estufa. Santucci et al. (2003b) encontrou para o autolisado proteico seco em *spray drayer* teor de umidade de 3,5%.

### 5.1.3 Avaliação de Propriedades Funcionais do Autolisado Proteico aplicado em Hambúrguer

O autolisado proteico foi inserido em duas formulações (*F2* e *F3*) de hambúrguer bovino para uma possível comparação com a formulação *F1* que não recebeu o autolisado proteico, mas somente adição de proteína texturizada de soja. Para tal comparação foram produzidos 5 hambúrgueres de cada formulação e analisados os parâmetros de peso, área e largura antes e após a cocção. Os resultados encontrados estão descritos na Tabela 3.

**Tabela 3 – Resultados Expressos em Porcentagem para Perda de Peso, Encolhimento e Aumento da Altura após a Cocção**

Parâmetros Analisados	Formulações		
	<i>F1*</i>	<i>F2*</i>	<i>F3*</i>
<b>Perda de peso (%)</b>	40 <sup>a</sup> ±2,12	40,6 <sup>a</sup> ±1,14	38,6 <sup>a</sup> ±2,88
<b>Encolhimento da área (%)</b>	22,2 <sup>cb</sup> ±3,03	26,4 <sup>a</sup> ±0,89	23,8 <sup>ab</sup> ±1,64
<b>Aumento da altura (%)</b>	2,75 <sup>b</sup> ±0,50	3,5 <sup>b</sup> ±0,58	5,2 <sup>a</sup> ±0,96

\*Formulações do hambúrguer adicionado ou não do autolisado proteico. Média ±desvio padrão (n=5). Letras sobrescritas diferentes na mesma linha indicando diferença significativa (p<0,05)

**Fonte: A autoria Própria**

Como descrito anteriormente o autolisado proteico de levedura obtido foi adicionado em três formulações diferentes de hambúrguer para substituição da proteína de soja texturizada. Observou-se que substituindo a proteína de soja em sua totalidade pelo autolisado proteico (*F3*) ocorreu uma menor perda de peso (38,60%) do que nas outras formulações após a cocção, indicando que o autolisado apresenta boa capacidade de retenção de água. Quando comparou-se a altura dos hambúrgueres observou-se que *F3* apresentou um aumento significativo (p < 0,05) da altura após a cocção, quando comparado as *F1* e *F2*, característica esta que resulta em uma maior suculência no hambúrguer.

Comparando-se as três formulações é possível verificar que a proteína de soja texturizada pode ser substituída pelo autolisado proteico de levedura proveniente de cervejaria dentro dos parâmetros analisados.

## 6 CONCLUSÃO

Através do uso da sonda de ultrassom foi possível realizar a autólise e ainda reduzir o tempo de autólise consideravelmente, de até 24 h (método mais usual) para 20 min. E ainda, sem a adição de produtos químicos comumente utilizados nos métodos convencionais de autólise.

As diferenças encontradas na composição centesimal do autolisado proteico em relação ao encontrado por outros autores, não podem ser atribuídas ao método de autólise utilizado, pois o que caracteriza essa diferença é como foi realizada o processo fermentativo que deu origem a biomassa de levedura, já que fatores como, temperatura do mosto, quantidade de substrato, tempo da fermentação e outros aditivos adicionados no mosto, podem influenciar no desenvolvimento da levedura.

A substituição da proteína de soja texturizada pelo autolisado proteico em hambúrguer se mostrou satisfatória dentro das características analisadas. Tal assunto deve ser estudado mais a fundo, pois a proteína de soja é considerada alimento alergênico e as indústrias vêm apresentando problemas com o uso deste ingrediente.

## 7 REFERÊNCIAS

ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 4 ed., 2008.

AQUARONE, E; BORZANI W.; SCHMIDEL W.; LIMA, A. U. **Biotecnologia Industrial**. 4 ed São Paulo, 2001.

ARISSETO A.P. **Avaliação da qualidade global do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos teores de nitrito**. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). UNICAMP, Campinas. 2003.

ASHOKKUMAR, M.; KENTISH, S. **The physical and chemical effects of ultrasound**. In: **Ultrasound technologies for food and bioprocessing**. Feng, H.; Barbosa-Cánovas, G. V; Weiss, J. editores, 2011, Springer: USA, p.1-105.

BRANDSMA I. Reducing sodium. An European perspective. **Food Technology**, v.60, n. 3, p 24-26 Chicago, 2008.

BECK, Marcio. Produção mundial de cerveja tem a primeira queda desde 1992. Revista eletrônica **O Globo**. 21 de setembro de 2015. Disponível em: <http://blogs.oglobo.globo.com/doi-dedos-de-colarinho/post/producao-mundial-de-cerveja-tem-primeira-queda-desde-1992.html>. Acesso em: 15 de setembro de 2017.

BUTOLO, J. E. **Uso da biomassa de levedura em alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras formas de nutrientes**. Workshop produção de biomassa de levedura em alimentação animal e humana. Campinas, ago 1996.

BETANCOURT, A. O. **Analyse, extraction et recuperation de poly-3-hydroxybutyrate present dans la biomasse**. 2008. 154 f. Dissertação (La Maîtrise em Chimie), Université Du Québec, Montréal, 2008.

CHAUD, S.G.;SARBIERI, V.C. Propriedades funcionais (tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcoólica e da frações glicana, manana e glicoproteína. **Ciênc. Tecnol. Alimentação**. Campinas, v.26, n2, 2006.

CHEMAT, F.; ZILL-E-HUMA; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.18, p.813–835, 2011.

DOBRZANSKI, J.; DIAS, L.F.;AYALA, L.A.C. **Caracterização e utilização do bagaço de cerveja em panificação**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Ponta Grossa, 07 de maio de 2008.

DZIMBA, FLÁVIA. E.J.M. **Obtenção e avaliação de extratos protéicos por autólise das leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces carlsbergensis***.Tese (mestrado em tecnologia de alimentos) – Universidade estadual de Campinas, Campinas, 1994.

FERREIRA, I.M.P.L.V.O.; PINHO, O.; VIEIRA, E.; TAVARELA, J. G. Brewer's *Saccharomyces* yeast biomass characteristics and potential applications. **Trends in Food Science & Technology**, Oxford, V. 21. 2010.

FURCO, A.M. **Produção de biomassa de levedura em destilarias de álcool**. Anais do Workshop Produção de Biomassa de levedura em Alimentação Animal e Humana. Campinas 1996.

GALVÃO, P. M. A química da cerveja. Editora Sociedade Portuguesa de Química. p. 6 -12 Portugal, Lisboa. 1997.

GOGATE, P. R. Theory of cavitation and design aspects of cavitation reactors. **In: Theoretical and Experimental Sonochemistry Involving Inorganic Systems**. Pankaj, Muthupandian Ashokkumar. 2011, Springer: USA, p.31-68

HALASZ A, LÁSZTITY R. **Use of yeast biomass in food production**. Boca Raton: CRC Press. 1991. 312p.

HELLBORG, L.; PISKUR, J, Yeast diversity in the brewing industry. Ln: V.R. Preedy(Ed), **Beer in health and disease prevention**, New York: Elsevier, 2009.

JAMBRAK, A. R.; LELAS; V.; MASON, T. J.; KREŠIĆ, G.; BADANJAK, M. Physical properties of ultrasound treated soy proteins. **Journal of Food Engineering**, v. 93, p.386–393, 2009.

JUNQUEIRA M.O; SILZ L.Z.T.; ARAÚJO L.F.; PEREIRA A.A; LAURENTIZ A.C.; FILARDI R.S. **Avaliação de níveis e fontes de proteína na alimentação de leitões na fase inicial de crescimento**. R. Bras. Zootec, v37, n. 9. 2008.

KNORR, D.; HEINZ, M.Z.V.; LEE, D. Applications and potential of ultrasonics in food processing. **Trends in Applied Science e Technology**. v 15, n. 5 p. 261 – 266. Maio, 2004.

LEONG, T.; ASHOKKUMAR, M.; KENTISH, S. The fundamentals of power ultrasound – a review. **Acoustics**, v.39, n. 2. Australia, 2011

MANSON, T.J. Sonochemistry. The uses of ultrasound in chemistry. **Royal Society of Chemistry**. Londres, 1990.

MARTIN, J. F. G. et al Cell Viability and proteins release during ultrasound-assisted yeast lysis of light lees in model wine **Food Chemistry**. França, 2013.

MASON, T.J.; PANIWNKY, L.; LORIMER, J.P. The uses of ultrasound in food technology. **Ultrasonics Sonochemistry**. V 3, n. 3, pág 253-260. Amsterdam. Nov 1996.

METRI A.C.; BION F.M.; OLIVEIRA S.R.P.; LOPES S.M.L. Farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces crevevisiae*), em associação ao feijão e arroz, na dieta de ratos em crescimento. **Rev. Nutri.**, V. 16. Campinas janeiro/março 2003.

MOREIRA I.; JÚNIOR M.M.; FURLAN A.C.; PATRICIO I.; OLIVEIRA G.C. Uso da levedura seca por “spray-dry” como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Rev. Bras. Zootec.**, V.31 Maringá, 2002.

OKUNO,E.; CALDAS, I.L.; CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. Harper & Row do Brasil. São Paulo, 1986.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Necessidades de energía y de proteínas. Ginebra, FAO/OMS/UNU, 1985. 220p.**

PEDRO, C.R.L. **A o de ultrassom em leveduras no processo de fermenta o etanólica.** Disserta o Mestrado. UNESP – Rio Claro SP. Março 2008.

POVEY, M. J. W.; MASON, T. J. **Ultrasound in food processing**, 1.ed., Springer Science & Business Media: London, 1998

RAMOS, GISELLE. V. **Obten o, caracteriza o e secagem do autolisado de levedura (Saccharomyces cerevisae) de alambique.** 2009. Disserta o (Título de mestre em Tecnologia de Alimentos) - Centro Universitário de Belo Horizonte UNI-BH. Belo Horizonte, 2009.

REINOLD, M. **Manual Prático de Cervejaria.** 1 ed. São Paulo. Aden, 1997.

ROMANELLI P.F.; CASERI R.; LOPES J.F.L. Processamento da Carne de Jacaré do Pantanal (Catman crocodilos yacare). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, V. 22. p. 70 -75. Campinas. 2002.

SANTOS, M. S. dos; RIBEIRO, F. de M. **Cervejas e Refrigerantes.** São Paulo: CETESB, 2005.

SANTUCCI, M. C. C., ALVIM, I. D., FARIA, E. V., SGARBIERI, V. C. Efeito do enriquecimento de biscoitos tipo água e sal, com extrato de levedura (Saccharomyces sp). **Ciênc. Tecnol. Aliment.** V. 23, n. 3, p. 441-446, Campinas, 2003a.

SANTUCCI, M. C. C., ALVIM, Enriquecimento de macarrão tipo tubo (massa curta) com derivados de levedura (saccharomyces sp.): impacto nutricional e sensorial. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** V. 23, p. 290 295, Campinas, 2003b.

SGARBIERI, V.C.; ALVIM, I.D.; VILELA, E.S.; BALDINI, V.L.S.; BRANGAGNOLO, N. Produ o piloto de derivados de levedura (saccharomyces cereisae) para o uso como ingrediente na formula o de alimentos. **Braz. J. Food Technol.** Campinas, 1999.

**SICOBÉ – Sistema de Controle e Produção de Bebidas**, 2016. Disponível em: <http://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/tributaria/regimes-e-controles-especiais/sistema-de-controle-de-producao-de-bebidas-2013-sicobe> Acesso em: 14 setembro 2017.

SINISTERRA, J.V. Application of ultrasound to biotechnology: an overview. **Ultrasonic, Oxford**. V 30, nº 7, pág 180 – 185. Londres, 1992.

SORIA, A. C.; VILLAMIEL, M. Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v.21, p.323-331, 2010.

SOUZA, R. L. **Aproveitamento de resíduo de levedura cervejeira como fonte de nutrientes para o cultivo de *Bacillus sp.*** (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso superior em Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa, 2016.

TIRAPÉGUI J. **Nutrição** – Fundamentos e aspectos atuais. São Paulo: Editora Atheneu, 2000.

VILELA, E. S. D.; SGARBIERI V.C.; ALVIM I. D. Valor nutritivo da Biomassa de células íntegras, do autolisado e do extrato de levedura originária de cervejaria. **Rev. Nutr. Campinas**. v. 13, maio, 2000.

YAMADA E.A.; ALVIM I.D.; SANTUCCI M.C.C.; SGARBIERI V.C. Composição centesimal e valor proteico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Rev. Nutr. Campinas** v.16 dezembro 2003.

YAMADA E.A.; CIPOLLI K.M.A.V.B.; HARADA M.M.; SGARBIERI V.C. Utilização de extrato de levedura (*Saccharomyces sp.*) de destilaria de álcool em salsicha. **Braz. J. Food Technol** Campinas v.13 jul/set 2010.



