



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
QUÍMICA INDUSTRIAL**

**NEWTON CARLOS SANTOS**

**ESTUDO COMPARATIVO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA MATÉRIA-  
PRIMA E DO BAGAÇO DO MALTE ORIUNDO DA MOSTURAÇÃO DE  
CERVEJA DE TRIGO ARTESANAL**

**CAMPINA GRANDE - PB  
2017**

**NEWTON CARLOS SANTOS**

**ESTUDO COMPARATIVO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA MATÉRIA-PRIMA E DO BAGAÇO DO MALTE ORIUNDO DA MOSTURAÇÃO DE CERVEJA DE TRIGO ARTESANAL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento à exigência para obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial

**Orientadora:** Profa. Dra. Eliane Rolim Florentino

**CAMPINA GRANDE - PB  
2017**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S237e Santos, Newton Carlos.

Estudo comparativo da composição centesimal da matéria-prima e do bagaço de malte oriundo da mosturação de cerveja de trigo artesanal [manuscrito] / Newton Carlos Santos. - 2017.  
43 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.

"Orientação: Profa. Dra. Eliane Rolim Florentino, Departamento de Química".

1. Composição centesimal. 2. Bagaço de malte. 3. Reaproveitamento. 4. Cerveja. I. Título.

21. ed. CDD 641.23

NEWTON CARLOS SANTOS

ESTUDO COMPARATIVO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA MATÉRIA-  
PRIMA E DO BAGAÇO DO MALTE ORIUNDO DA MOSTURAÇÃO DE  
CERVEJA DE TRIGO ARTESANAL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Curso de Química  
Industrial da Universidade Estadual da  
Paraíba em cumprimento à exigência  
para obtenção do Título de Bacharel em  
Química Industrial

Aprovado em: 29 / 03 / 2017

**BANCA EXAMINADORA**

Eliane Rolim Florentino

Profª. Dra. Eliane Rolim Florentino  
(Orientadora – DQ/UEPB)

Márcia Ramos Luiz

Profª. Dra. Márcia Ramos Luiz  
(Examinadora – DESA/UEB)

Isanna Menezes Florêncio

Dra. Isanna Menezes Florêncio  
(Examinadora – DQ/UEPB)



Aos meus pais Nilton e Lúcia, por todo o apoio e dedicação durante a trajetória acadêmica; aos meus familiares que sempre estiveram presentes me incentivando e aos amigos que estiveram comigo ao longo dessa caminhada, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus** por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades enfrentadas nesta jornada acadêmica.

Ao meu pai **Nilton**, a minha mãe **Lúcia**, por toda educação que souberam me passar e por mostrar que sou capaz de realizar todos os meus objetivos.

A minha irmã **Veruska**, por me aguentar, ajudar e cuidar de mim durante essa jornada acadêmica.

Aos meus irmãos **Vilson** e **Viviany**, que mesmo distante me deram apoio e força.

Aos demais familiares que me apoiaram em todos os momentos.

Aos meus amigos que a “química” proporcionou **Ana Carla** e **Raphael**, que estiveram ao meu lado, apoiando com momentos inesquecíveis e levarei para sempre em meu coração.

A minha professora orientadora **Eliane Rolim**, por toda paciência, dedicação e oportunidades durante essa jornada acadêmica.

Aos **componentes do NUPEA**: Isanna, Aline, Michelle, Flávia, Anna Paula, Lisandra, Thiago, Bruno, Gabriel, Paulo, Girlênia, Elaine, pelos laços de amizades ali criados que vou levar por toda a minha vida.

A banca examinadora.

Aos professores do Curso de Química Industrial que contribuíram para a minha formação.

Aos colegas de classe que sempre estiveram juntos ajudando uns aos outros durante essa caminhada.

## RESUMO

A cerveja pode ser considerada como uma bebida de baixo teor alcoólico, elaborada por via fermentativa onde seus principais ingredientes são: água, lúpulo e cereais malteados. Seu processo produtivo envolve uma série de etapas, uma delas a mosturação onde a matéria-prima moída entra em contato com água ocorrendo assim às ações enzimáticas, ao final desta etapa obtêm-se o mosto cervejeiro, que segue para próximas etapas do processo e o bagaço do malte. Este bagaço é um resíduo agroindustrial que quando descartado no meio ambiente de forma inadequada proporcionam uma série de problemas ambientais. O presente trabalho teve como objetivo analisar físico-quimicamente este resíduo obtido na produção de cerveja de trigo artesanal visando o aproveitamento e utilização em produtos alimentícios. As amostras obtidas foram caracterizadas através dos seguintes parâmetros: teor de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos. Os resultados das análises para a matéria-prima apenas moída foram: umidade (8,36%), cinzas (1,431%), lipídeos (15,60%), proteínas (8,29%), carboidratos (66,93%). E para o bagaço: umidade (65,98%); cinzas (0,6185%); lipídeos (14,99%); proteínas (4,25%) e carboidratos (13,55%). Estes resultados evidenciam que esse resíduo possui um alto valor energético, apresentando grande potencial para utilização em diversas áreas de tecnologia, como alimentação humana e animal.

**Palavras-Chave:** Composição centesimal; bagaço de malte; reaproveitamento.

## ***ABSTRACT***

Beer can be considered as a low alcohol drink, made by fermentation where its main ingredients are: water, hops and malted cereals. Its productive process involves a series of steps, one of them the batching where the milled cereals come in contact with water occurring to the enzymatic actions, at the end of this stage we obtain the brewer's wort, which goes to the next stages of the process and the malt bagasse. This bagasse is an agroindustrial residue that when disposed of in the environment in an inadequate way, provides a series of problems environmental. The present work aimed to analyze physicochemical this residue obtained in the production of artisan wheat beer for the use and use in food products. The samples obtained were characterized by the following parameters: content in humidity, ash, lipids, proteins and carbohydrates. The results of the analyzes for the only ground raw material were: humidity (8.36%); Ash (1.431%); Lipids (15.60%); Proteins (8.29%) and carbohydrates (66.93%). And for bagasse: humidity (65.98%), ashes (0.6185%), lipids (14.99%), proteins (4.25%), carbohydrates (13.55%). These results show that this residue has a high energy value, presenting great potential for use in several areas of technology, such as human and animal feed.

**Keywords:** Chemical composition; malt bagasse; reuse.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição do mercado de cervejas por Grupos Empresariais no Brasil em 2012.....	15
Figura 2 – Grão do malte de trigo.....	18
Figura 3 – Lúpulo.....	19
Figura 4 – Fluxograma do processo de produção de cerveja.....	21
Figura 5 – Moinho manual de rosca infinita.....	28
Figura 6 – Fase de mosturação.....	28
Figura 7 – Bagaço de malte obtido na etapa de mosturação.....	29
Figura 8 – Mosto da cerveja de trigo.....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das Cervejas.....	14
Tabela 2 – Número de registro de cervejarias por estado entre 2000 e 2014.....	16
Tabela 3 – Composição do grão de cevada e malte.....	18
Tabela 4 – Composição centesimal da matéria-prima e do bagaço de malte oriundo da mosturação de cerveja de trigo artesanal.....	32

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	OBJETIVOS.....	12
1.1.1	Objetivo geral .....	14
1.1.2	Objetivo específico.....	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1	CERVEJA.....	13
2.2	INDÚSTRIA CERVEJEIRA NO BRASIL.....	14
2.3	MATÉRIAS-PRIMAS.....	16
2.3.1	Água.....	16
2.3.2	Malte de cevada.....	17
2.3.3	Malte de trigo.....	18
2.3.4	Lúpulo.....	18
2.3.5	Leveduras.....	19
2.4	PRODUÇÃO DE CERVEJA.....	20
2.4.1	Beneficiamento.....	21
2.4.2	Moagem.....	21
2.4.3	Mosturação.....	22
2.4.4	Filtração.....	22
2.4.5	Fervura do mosto.....	22
2.4.6	Resfriamento do mosto.....	23
2.4.7	Fermentação.....	23
2.4.8	Maturação.....	24
2.4.9	Clarificação.....	24
2.4.10	Envase.....	24
2.5	GERAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS.....	25
2.6	RESÍDUOS CERVEJEIROS.....	25
2.7	PRINCIPAIS APLICAÇÕES DO BAGAÇO DE MALTE.....	26
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
3.1	LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO.....	27
3.2	MATÉRIA- PRIMA.....	27
3.3	MOAGEM DO MALTE.....	27
3.4	MOSTURAÇÃO.....	28
3.5	FILTRAÇÃO DO MOSTO.....	29
3.6	FERVURA DO MOSTO.....	29
3.7	CENTRIFUGAÇÃO DO MOSTO E ESTOCAGEM.....	29
3.8	DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	30
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>32</b>



5	CONCLUSÃO.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37

## 1. INTRODUÇÃO

Cerveja é uma bebida alcoólica obtida a partir da fermentação do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável. Segundo Soares (2011), estima-se que há mais de 20 mil diferentes formulações de cervejas. Essa grande variedade é obtida a partir de mudanças na fabricação da bebida, como o tempo e temperatura nas etapas de mosturação, fermentação, maturação e o uso de ingredientes diferenciados como trigo, milho, centeio, arroz, mel, mandioca e frutas.

Devido o elevado consumo, esta trouxe consigo um crescimento na quantidade de resíduo gerado que necessita ser adequadamente destinado ou reaproveitado para se evitar a poluição do meio ambiente (ALVES, 2014).

Da produção da cerveja há a geração de grande batelada de resíduo, o bagaço de malte é o resíduo sólido gerado do processo de filtração do mosto, que são constituídos de restos de casca e polpa dos grãos, misturados, em suspensão ou dissolvidos no mosto, sendo o subproduto da indústria cervejeira e encontra-se disponível o ano todo, em grandes quantidades a baixo custo (CORDEIRO, EL-AOUAR, GUSMÃO, 2012).

O bagaço de malte é o principal resíduo da indústria cervejeira. Rico em fibras, proteínas e amido sendo este último convertido em açúcares fermentescível. É considerado um material lignoceluloseico e as suas fibras podem ser caracterizadas quanto as suas propriedades funcionais, direcionando este material para as mais diferentes aplicações na indústria (BATISTA, 2016).

No presente estudo foi realizada uma caracterização físico-química deste resíduo proveniente da produção de cerveja de trigo artesanal para se avaliar seu potencial energético no uso como ração animal, como também na dieta humana agregando valor a este resíduo, dando um destino adequado a um resíduo que se descartado inadequadamente prejudicará ao meio ambiente.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar físico-quimicamente o bagaço de malte obtido na produção de cerveja de trigo artesanal visando o aproveitamento e utilização em produtos alimentícios.

### 1.1.2 Objetivo Específico

- Quantificar os teores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos presentes na matéria-prima e no bagaço da produção de cerveja de trigo artesanal.
- Comparar os resultados da matéria-prima e do bagaço de malte oriundo da mosturação da cerveja de trigo artesanal.
- Avaliar o potencial do uso do bagaço de malte.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cerveja

O Decreto nº 2.314 de 1997 define cerveja como a bebida obtida pela fermentação alcoólica de mosto cervejeiro oriundo de malte de cevada e água potável, por ação de levedura, com adição de lúpulo. O artigo 64 no parágrafo 2º do Decreto nº 2.314 estabelece que parte do malte de cevada possa ser substituída por adjuntos (cevada, arroz, trigo, centeio, milho, aveia e sorgo, todos integrais ou a sua parte amilácea) e por carboidratos de origem vegetal. (BRASIL, 1997).

Em 2001, a Instrução Normativa IN-054 definiu cerveja como a bebida resultante da fermentação do mosto de malte de cevada ou seu extrato, submetido previamente a um processo de cocção, adicionado com lúpulo. A fermentação deve ocorrer mediante a presença de levedura cervejeira e uma parte do malte ou do seu extrato e poderá ser substituída por adjuntos cervejeiros (BRASIL, 2001).

No Brasil, as normas referentes à definição de cerveja são definidas pelo decreto de número 6.871 (04/06/2009) – Brasil, artigo 36. Define cerveja como a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (BRASIL, 2009). Segundo D’avila *et al.*, (2012) o malte de cevada pode ainda ser substituído em níveis de até 45% com relação ao extrato primitivo, por adjuntos cervejeiros.

Segundo Nakano (2000), o cereal mais usado para a fabricação de cerveja é a cevada. Esta preferência deve-se a uma série de fatores, dentre eles o fato da cevada ser rica em amido, convertido em açúcares, tais como a maltose e a glicose e possuir um alto teor de proteínas em quantidade suficiente para fornecer os aminoácidos necessários para o crescimento da levedura (OLIVEIRA, 2011).

A cerveja que tem 100% o malte de cevada como sua única fonte de açúcares é denominada “de puro malte”; a que possui quantidade de malte de cevada igual ou superior a 55% em peso sobre, o extrato primitivo é denominada “cerveja” e aquela que apresenta uma porção de malte de cevada maior que 25% e menor que 55% deve apresentar a expressão “cerveja de...”, seguida do nome do vegetal predominante (BRASIL, 2009).

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Cerveja (SINDICERV, 2016) as cervejas são classificadas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação das Cervejas

<b>1. Fermentação</b>	<b>Alta Fermentação</b> (20 a 25°C)
	<b>Baixa Fermentação</b> (9 a 14°C)
<b>2. Extrato Primitivo</b>	<b>Leve:</b> > 5% e <10,5%
	<b>Comum:</b> > 10,5% e < 12,0%
	<b>Extra:</b> >12,0% e <14,0%
	<b>Forte:</b> > 14,0%
<b>3. Cor</b>	<b>Clara:</b> menos de 20 unidades EBC ( <i>European Brewery Convention</i> )
	<b>Escura:</b> 20 ou mais unidades EBC
<b>4. Teor alcoólico</b>	<b>Sem álcool:</b> menos de 0,5% em volume de álcool
	<b>Alcoólica:</b> igual ou maior que 0,5% em volume de álcool
<b>5. Teor de Extrato Final</b>	<b>Baixo:</b> até 2,0 %
	<b>Médio:</b> 2,0% a 7,0%
	<b>Extra:</b> >12,0% e <14,0%
	<b>Alto:</b> mais de 7,0%
<b>6. Proporção de Malte</b>	<b>Cerveja puro malte:</b> 100% de malte de cevada
	<b>Cerveja:</b> ≥50% de malte de cevada
	<b>Cerveja com nome do vegetal:</b> malte de cevada maior que 20% e menor que 50%

**FONTE:** Adaptada do SINDICERV (2016).

## 2.2 Indústria cervejeira no Brasil

A cerveja tem sido fabricada desde o início da urbanização e da civilização no período Neolítico. Sua história se remete há tempos pré-históricos acredita-se que a cerveja tenha começado a ser produzida há aproximadamente de 6 a 8 mil anos (VENTURINI FILHO, 2010).

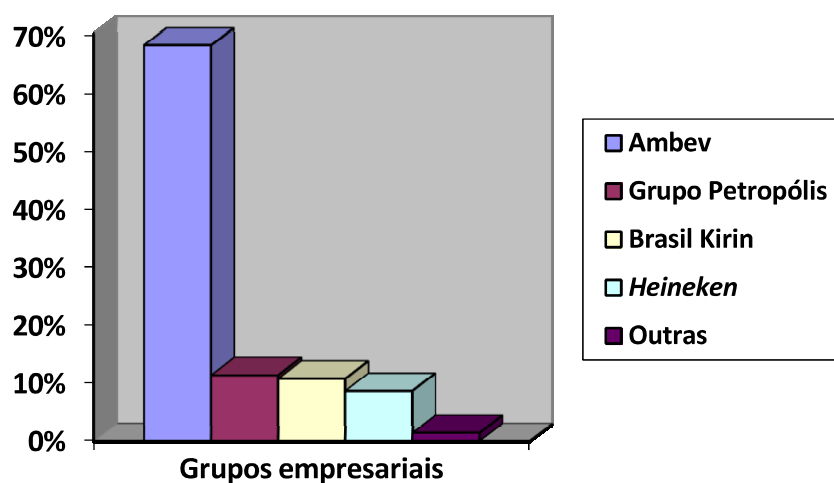
Não se sabe o certo o início da produção de cerveja no Brasil, todavia o Portal Cervesia (2017) relata que a sua produção teria sido implantada por imigrantes europeus, principalmente os alemães. A primeira cervejaria brasileira data de 1637 e foi instalada pelo imigrante alemão Maurício de Nassau em Recife. As primeiras cervejarias industrializadas apareceram entre 1870 e 1880 e tinham dificuldades para a obtenção de matéria-prima e o controle de temperatura de fermentação em um país de clima tropical (SANTOS, 2003).

A cerveja só começou a ser fortemente produzida no Brasil no fim do século XIX, desde então o setor se tornou uma verdadeira fábrica de empregos, tributos, renda e

benefícios sociais, com uma das maiores contribuições econômicas do país (CERVBRASIL, 2015).

Na Figura 1, encontram-se a distribuição do mercado cervejeiro das principais empresas brasileiras associadas ao Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (SINDCERV), que contemplam 98% da produção nacional dessa bebida no mercado, em 2012.

Figura 1- Distribuição do mercado de cervejas por Grupos Empresariais no Brasil em 2012.



**FONTE:** Adaptação de BORGES, (2015).

No Brasil, no ano de 2013, o setor de produção de cerveja foi responsável por 2,0% do PIB total e por uma arrecadação de R\$21 bilhões e 2014 por um PIB total de 1,6%, com arrecadação equiparada a de 2013 (CERVBRASIL, 2015).

Em 2014, o Brasil ocupou o 3º lugar no *ranking* mundial de produção de cerveja, para isso os fabricantes investiram fortemente na ampliação e em inovação de seus parques produtivos, o que significou mais tributos, mais empregos e renda e, conseqüentemente, um grau maior de desenvolvimento sustentável (CERVBRASIL, 2014).

As pequenas cervejarias aumentam a sua produção e surgem para disputarem o mercado nacional. De acordo com Gauto e Rosa (2013), a maioria das micro-cervejarias está concentrada em sete estados. Na Tabela 2 é apresentada a quantidade de cervejarias registradas por estados no Brasil, entre 2000 e 2014.

Tabela 2 - Número de registro de cervejarias por estado entre 2000 e 2014

Estado	Número de Registros
Ceará	5
Espírito Santo	2
Goiás	4
Minas Gerais	142
Mato Grosso do Sul	4
Pará	16
Paraná	58
Rio de Janeiro	87
Rondônia	6
Rio Grande do Sul	230
Santa Catarina	157
São Paulo	243

**FONTE:** BORGES (2015)

Os micros cervejeiros apresentam uma realidade diferenciada, seu volume de produção se torna difícil de escoar através de venda direta e seus métodos de produção começam a se tornar menos artesanais, necessitando de equipamentos para que consigam um volume de cerveja maior por produção (PIATO e RÉVILLION, 2013; FONTES, 2012).

## 2.3 Matéria prima

### 2.3.1 Água

Aproximadamente 95% do peso da cerveja é constituído de água, por esse motivo seu controle de qualidade é de primordial importância no processo cervejeiro. Sua composição físico-química varia dependendo da região e contém uma diversidade de sais dissolvidos que podem influenciar no seu sabor (VENTURINI FILHO, 2010).

Segundo Jorge (2004), alguns parâmetros devem ser levados em consideração na escolha da água para a fabricação da cerveja, pois poderão causar inúmeras consequências, na qualidade final do produto. Entre os parâmetros, físico-químicos incluem a turbidez, pH, concentração de zinco, ferro, nitrato, nitrito, sílica e matéria orgânica (BRASIL, 2011).

É possível modificar a qualidade da água, acrescentando ou removendo sais minerais, até que água fique no ponto desejado pelo mestre cervejeiro (MORADO, 2011).

A água utilizada no processo de produção da cerveja não deve apenas satisfazer os requisitos de uma água potável, mas deve apresentar características específicas para assegurar um pH desejável (AQUARONE *et al.*, 2001).



De acordo com Jorge (2004), o controle do pH da água é fundamental devendo permanecer na faixa de 6,5 - 7,0. Nesse sentido, se a água for alcalina poderá dissolver grandes quantidades de substâncias indesejáveis das cascas e do malte. A presença de compostos orgânicos e sais dissolvidos na água influenciam diretamente nos processos químicos e enzimáticos, que ocorrem na fermentação e, assim, interferem na qualidade da cerveja produzida (VENTURINI FILHO, 2010).

### **2.3.2 Malte de Cevada**

A cevada é uma planta da família das gramíneas e é nativa de climas temperados. No Brasil, é produzida em algumas partes do Rio Grande do Sul (MEGA; NEVES; ANDRADE, 2011).

O malte utilizado nas cervejarias é o produto obtido pela germinação e secagem do grão de cevada (*Hordeum vulgare* L.). Segundo Kreis (2009), a cevada tem uma estrutura complexa utilizada para fabricação de cerveja e constituída fundamentalmente de amido, proteína, polissacarídeos e pequenas quantidades de gordura e minerais (CASTRO, 2014). A cevada cervejeira ideal para o processo de fabricação de cervejas deve atender os padrões de qualidades exigidos seja ele químicos, físicos e biológicos (PORTO, 2011).

De acordo com Oliveira (2011) a cevada tem algumas características que a tornam mais adequada para a produção de cerveja do que outros cereais, sejam elas: i) Possui alto teor de amido, o que a torna atraente, ser mais barata e mais fácil de maltar que outros cereais; ii) Quando maltada, possui um teor elevado de enzimas que ajudam no processo de fabricação do mosto, principalmente na quebra do amido em açúcares; iii) Contém outras proteínas que proporcionam equilíbrio nos efeitos em relação à espuma, ao corpo e a sua estabilidade coloidal e iv) Possui teor de lipídios relativamente baixo, o que é vantajoso para a estabilidade de sabor da bebida.

Segundo Zschoerper (2009), a umidade do grão de cevada varia de 12 a 20%. De acordo com Castro (2014), de maneira geral, o grão de cevada seco e malte possui a composição descrita na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição do grão de cevada e malte

Composto (%)	Cevada	Malte
Umidade	10,0 – 14,0	4,0 – 6,0
Amido	55,0 – 60,0	50,0 – 55,0
Açúcares	0,5 – 1,0	8,0 – 10,0
Nitrogênio Total	1,8 – 2,3	1,8 – 2,3
Nitrogênio Solúvel	10,0 – 12,0	35,0 – 50,0

**FONTE:** Castro, (2014).

### 2.3.3 Malte de trigo

O malte de trigo (Figura 2) é bastante utilizado em sua forma maltada para produção de cerveja de trigo (*Weiss, Weizenbier* ou *Weissbier*) (KUNZE, 2004). Além disso, também é utilizada em cervejas feita a base de cevada (3-10%), porque suas proteínas cedem à cerveja uma sensação mais encorpada e uma estabilidade de espuma maior (REINOLD, 2010).

O percentual de malte de trigo utilizado em cervejas de trigo é normalmente 50 a 60% devido ao seu alto rendimento em extrato, no entanto somente algumas variedades do malte de trigo são utilizadas na produção de cerveja, geralmente os que contêm uma menor quantidade de proteínas (KUNZE, 2004).

Figura 2: Grão do malte de trigo



**FONTE:** O Autor

### 2.3.4 Lúpulo

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) (Figura 3) é uma trepadeira perene originária de climas temperados que chega a crescer até sete metros de altura e a formar alguns cones. Na fabricação da cerveja são usados apenas os cones das plantas fêmeas (MEGA, 2011).

Dentre as substâncias de sua composição, os óleos essenciais, as substâncias minerais, os polifenóis e as resinas amargas são as mais importantes por interferirem no processo cervejeiro. Os óleos essenciais contribuem para o caráter aromático à cerveja e as resinas apresentam  $\alpha$ -ácidos que quando isomerizados (por ação da temperatura) conferem amargor a cerveja (VENTURINI FILHO, 2010). O lúpulo atua como antisséptico contra bactérias e contribui para a coagulação de proteínas e estabilidade da espuma da cerveja (BRUNELLI, 2012).

Figura 3: Lúpulo



**FONTE:** CERVEJAS DO MUNDO (2016).

Para Venturini Filho (2010), existem vários tipos de lúpulo, sendo que sua classificação se dá pela característica mais marcante, ou seja, lúpulo de amargor (que apresentam alto teor de  $\alpha$ -ácidos), sabor ou aroma (rico em  $\beta$ -ácidos), podendo-se utilizar um ou mais tipos na fabricação de uma cerveja (DIAS, 2014).

Segundo Soares (2014), os  $\alpha$ -ácidos encontrados naturalmente no lúpulo, na sua estrutura normal, em temperatura ambiente, são quase insolúveis em água e agregam pouquíssimo amargor à cerveja.

Na característica do amargor os que mais se destacam são os chamados ácidos alfas, onde através da sua concentração que o lúpulo é comercializado, pois eles são medidos pelo peso relativo em relação ao peso da flor (EMMEL, 2010).

### 2.3.5 Leveduras

As leveduras pertencem ao Reino Fungi, são unicelulares, sua reprodução se dá por brotamento ou gemulação e de forma rápida, são seres eucarióticos e possuem rígida parede celular e suas dimensões são maiores do que as bactérias (OLIVEIRA, 2011).

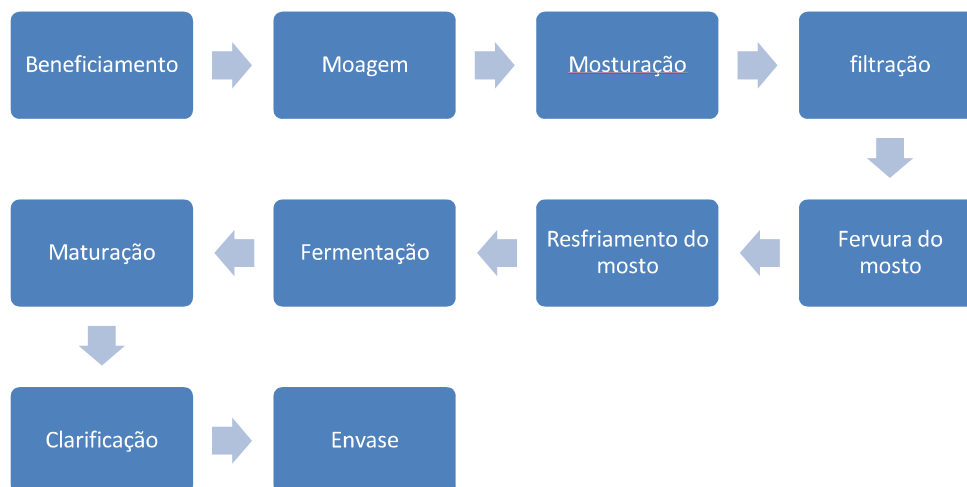
Possui a habilidade de metabolizar eficientemente os constituintes do mosto que é um caldo resultante da mistura fervida de malte e água, rico em 22 açúcares fermentáveis. Segundo Oliveira (2011), esse caldo é filtrado, para receber o lúpulo e o fermento ser transformado em álcool e gás carbônico a fim de produzir uma cerveja com qualidade e estabilidade sensorial satisfatória. As mais utilizadas em cervejaria são de duas espécies do gênero *Saccharomyces*: *Saccharomyces cerevisiae* que é usada na fabricação de cerveja do tipo *ale*, elas atuam na superfície da mistura, possuem ação rápida, porém não chega a consumir todo o açúcar contido no malte, por esse motivo a bebida tem um sabor frutado, complexo e doce e *Saccharomyces uvarum* que é utilizada na fabricação de cerveja do tipo *lager*, atua de maneira mais lenta provocando uma fermentação menos densa, porém, mais eficientes, o que leva a formação de uma cerveja mais limpa e de sabor seco (ALVES, 2014; EVANGELISTA, 2012).

Segundo Carvalho (2009), algumas características das leveduras utilizadas para fabricação da cerveja devem ser levadas em consideração para se obter uma cerveja de qualidade com resultado satisfatório para o consumidor. Dentre essas características destacam-se: i) Alta velocidade de fermentação, evitando um crescimento celular excessivo; ii) Uso eficiente de açúcar com boa conversão em etanol; iii) Alta tolerância em relação ao estresse causado por grandes concentrações de álcool e pressões osmóticas de componentes do mosto e iv) Floculação ideal.

## **2.4 Produção de cerveja**

O processo cervejeiro é basicamente composto de brassagem que envolve beneficiamento, moagem, mosturação, filtração e fervura; fermentação, maturação e engarrafamento, como são apresentados na Figura 4.

Figura 4: Fluxograma do processo de produção de cerveja



**FONTE:** Adaptação de ALVES, (2014).

#### 2.4.1 Beneficiamento

Nesta etapa ocorre à recepção e limpeza da matéria- prima, ou seja, a mesma é preparada sendo removido o pó e as palhas contidas entre os grãos ficando pronta para seguir as próximas etapas do processo (KUNZE, 2004).

#### 2.4.2 Moagem

Na moagem do malte, o grão deve ter a sua casca rasgada longitudinalmente, para deixar exposto o endosperma amiláceo. Este, sim deve ser triturado com intuito de facilitar o ataque das enzimas durante a mosturação (AQUARANONE, 2001). Se o malte for moído muito fino, irá fazer “farinha” da casca onde gerará problema na filtração. Se o malte for moído muito grosso, o amido do grão que será usado para formação de açúcar não será exposto e conseqüentemente terá de gastar mais malte para conseguir o resultado desejado (VIEIRA, 2009).

A moagem também promove a diminuição do tamanho da partícula do amido, aumentando assim, a velocidade de hidrólise do amido. As cascas constituirão o elemento filtrante do mosto no processo que será realizado posteriormente. Assim, é importante que a moagem não seja muito severa, para que não se tenha um malte muito fino, que resultaria na redução da velocidade de filtragem e também que não seja muito grosseira, para que a hidrólise do amido seja facilitada (KUCK, 2008).

### **2.4.3 Mosturação**

A Mosturação ou brassagem é a transformação dos grãos de malte para produção em mosto, por meio de uma curva de aquecimento, onde os grãos de malte moídos são misturados à água em torno de 65°C, a fim de ativar a ação enzimática no interior dos grãos. Esta etapa tem o objetivo de solubilizar as substâncias solúveis em água e também as insolúveis, estas com auxílio de enzimas diferentes que, atuam em temperaturas específicas como também promover a gomificação e posterior hidrólise do amido a açúcares. A ação das enzimas produz um mosto com 70-80% de açúcares fermentescíveis, como glicose, maltose e maltotriose (VENTURINI FILHO, 2010).

Segundo Kuck (2008) o pH e a temperatura interagem para controlar a degradação do amido e das proteínas pois o mosto deve ser uma solução completa onde os carboidratos fermentáveis, aminoácidos e minerais, que servem como fonte de nutrientes para as leveduras durante a produção de etanol deve estar em equilíbrio durante o processo.

### **2.4.4 Filtração**

A etapa de filtração tem por objetivo separar o mosto clarificado do bagaço de malte ou torta, que constitui o meio filtrante. Essa filtração é normalmente feita em duas etapas. Na primeira, a fração líquida simplesmente atravessa o leito filtrante, dando origem ao mosto primário e, na segunda etapa, o resíduo sólido é lavado com água a 76°C visando à recuperação do extrato que fica retido na torta de filtro e, conseqüentemente, elevando o rendimento do processo (CURI, 2006).

### **2.4.5 Fervura do mosto**

O mosto obtido na filtração é submetido à fervura com objetivo de conferir-lhe estabilidade biológica, bioquímica e coloidal, bem como inativar enzimas, esterilizar o mosto, precipitar proteínas, resinas, taninos, extrair os compostos amargos do lúpulo, formar substâncias que irão contribuir para o sabor e o aroma da cerveja, concentrar o mosto evaporando a água excedente, formar substâncias redutoras e corantes, formar ácidos para a redução do pH, eliminar compostos voláteis indesejáveis, como os sulfurosos (KUCK, 2008).

A fervura do mosto é atingida a 97°C, nessa temperatura, a flora microbiana que resistiu às temperaturas da fase de mosturação e ao processo de filtração é destruída. Desse modo, quando a fervura é completada, o lúpulo usado e os materiais coagulados são depositados no fundo da caldeira utilizada (EVANGELISTA, 2012).

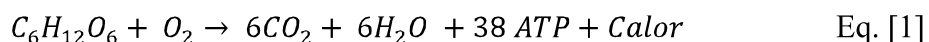
#### 2.4.6 Resfriamento do mosto

Após a etapa de fervura do mosto, ocorre o resfriamento para evitar a contaminação por microrganismos e a formação de dimetil-sulfeto. Mostos de cerveja tipo *Lager* são usualmente resfriados entre 7 e 15°C e os do tipo *Ale* entre 18 e 22°C. Por último, o mosto recebe uma aeração, feita com ar estéril ou oxigênio, que estimula o crescimento da levedura cervejeira durante a fermentação alcoólica (KUCK, 2008).

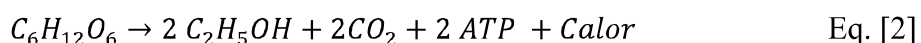
#### 2.4.7 Fermentação

Na etapa de fermentação ocorre a transformação dos açúcares fermentescíveis do mosto em álcool e gás carbônico pela ação da levedura cervejeira sob condições anaeróbicas, além da produção de compostos de aroma e sabor da cerveja como subprodutos da síntese de substâncias necessárias ao seu crescimento e metabolismo (CURI, 2006).

A fermentação alcoólica ocorre na presença de oxigênio, onde a levedura pode oxidar completamente as moléculas de açúcar e produzir gás carbônico, água e energia, representado pela equação (1):



Sob condições de anaerobiose, elas fermentam uma molécula simples de açúcar, produzindo etanol, gás carbônico e energia, de acordo com a equação (2):



Ambas as reações são importantes em um processo cervejeiro, a primeira tem como finalidade promover o crescimento do fermento, no início da fermentação, já a segunda é responsável pela transformação do mosto em cerveja (AQUARONE, 2001).



### **2.4.8 Maturação**

O principal produto resultante da fermentação do mosto é a cerveja “verde”. Esta cerveja passa por uma fermentação secundária, que é conhecida como maturação. Na maturação a cerveja continua a ser fermentada por um longo tempo, de algumas semanas até alguns meses, mas de forma muito lenta (AQUARONE, 2001; DIAS, 2014). Assim, a maturação é um repouso prolongado da cerveja, onde as leveduras refinam o sabor da cerveja e se assentam no fundo do tanque de fermentação (KUCK, 2008).

De acordo com Venturini Filho e Cereda, (2001); Almeida e Silva, (2005); Carvalho; Bento e Silva (2007), a maturação da cerveja tem por objetivo: i) iniciar a clarificação da cerveja mediante a remoção, por sedimentação, das células de levedura, de material amorfo e de componentes que causam turbidez a frio na bebida; ii) saturar a cerveja com gás carbônico, através da fermentação secundária; iii) melhorar o odor e sabor da bebida, através da redução da concentração de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico, bem como o aumento do teor de éster e iv) manter a cerveja no estado reduzido, evitando assim que ocorram oxidações que comprometam sensorialmente a bebida.

### **2.4.9 Clarificação**

Esta operação visa eliminar partículas em suspensão, principalmente células de fermento, bactérias e substâncias coloidais, deixando a bebida transparente, com maior estabilidade físico-química e brilhante. São utilizados filtros de terra diatomácea e de placas de celulose. Esta etapa não altera a composição e o sabor da cerveja, no entanto, é fundamental para garantir seu aspecto translúcido (CURI, 2006; KUCK, 2008).

### **2.4.10 Envase**

A cerveja pode ser armazenada em garrafas ou latas de alumínio e deve passar pelo processo de pasteurização, que é feita com o objetivo de estabilizar e conservar a cerveja, através da destruição dos microrganismos pelo calor (KUNCK, 2008; ALVES, 2014).

## 2.5 Geração de resíduos agroindustriais

Os resíduos gerados nos processo agroindustriais representam perdas econômicas no processo produtivo e, se não receberem destinação adequada, podem proporcionar problemas ambientais (CORDEIRO, 2011). Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2004), os resíduos agroindustriais podem ser encontrados nos estados sólido, semissólido e líquido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, agrícola entre outros.

A indústria de alimentos produz uma série de resíduos com alto valor de reaproveitamento. Diversos estudos na literatura utilizando resíduos industriais do processamento de alimentos têm sido realizados sempre como o mesmo objetivo de aproveitamento do mesmo. Sendo assim minimizando os impactos ambientais que estas indústrias causam ao meio onde se localizam além de agregar valor aos produtos do mercado (RAO, 2015).

Uma forma de atuação, no que se diz respeito ao aproveitamento de resíduos é a de buscar utilizações viáveis e econômicas para os resíduos agroindustriais que não podem ser impedidos de serem gerados durante o processo. Sucessivamente quando aceitável, o resíduo final deverá constituir em matéria-prima para um novo processo, constituindo uma segunda transformação (BATISTA, 2016).

## 2.6 Resíduos cervejeiros

De acordo com Priest e Stewart (2006) e Mathias, Mello, Servulo (2014) diversos avanços tecnológicos têm proporcionado à indústria cervejeira, grandes economias pela menor geração de subprodutos ao longo do processo, contudo, certos resíduos intrínsecos à produção da bebida dificilmente têm redução de sua quantidade gerada, como o bagaço de malte, o *trub* e a levedura residual cervejeira. Estes resíduos são responsáveis pela perda de aproximadamente 20L de cada 100L de da água cervejeira utilizada no processo, principalmente pelo elevado teor de umidade que os compõe, entre 80 e 90%, promovendo grande arraste de mosto e perda de extrato, bem como de cerveja, a depender da fase em que o resíduo é retirado, o que acarreta a geração de significativas quantidades de efluentes.

O bagaço de malte é o resíduo resultante do processo inicial da fabricação de cervejas, que provém do processo de obtenção do mosto, pela fervura do malte moído e

dos adjuntos, que após a filtração, quando já foram removidos todos os compostos solúveis de interesse resulta num resíduo que atualmente é destinado para ração animal devido seu elevado valor nutricional (CORDEIRO; EL-AOUAR; GUSMÃO, 2012).

O *trub* quente é o segundo resíduo sólido produzido no processo cervejeiro, que deve ser retirado do processo porque prejudica a qualidade do produto final, além de favorecer a desnaturação das proteínas, também prejudica a clarificação do mosto, pois cria uma película ao redor da levedura, impedindo a ação da mesma no processo de fermentação, dificultando a filtração da cerveja quando não é retirado no momento certo (TROMMER, 2017).

O último resíduo é a levedura cervejeira que segundo Briggs *et al.*, (2004), é o bioagente responsável pela conversão do mosto em cerveja. Durante o processo de fermentação as leveduras se reproduzem e quando esta etapa é encerrada, segue-se um período de repouso a baixas temperaturas obtendo-se ao final do processo mais levedo, que deve ser removido para se utilizar na próxima batelada (CORDEIRO, 2011).

## **2.7 Principais aplicações do Bagaço de malte**

O bagaço de cevada tem sido utilizado na alimentação animal e tem apresentado potencial promissor como mais uma alternativa na substituição aos ingredientes convencionalmente utilizados (BRAZ, 2008). O uso de resíduo sólido de cervejaria na elaboração de barras de cereais e sua caracterização é apresentada por Moreira *et al.* (2009). Como resultado, obteve-se um alimento prático e com valores de proteína, fibras e carboidratos semelhantes aos de produtos já comercializados.

Para Almeida; Azevedo; Dias (2015), outra forma de reaproveitamento do bagaço de malte, porém, na alimentação humana, mais especificamente na indústria de panificação, onde visa avaliar a potencialidade tecnológica bem como os efeitos da incorporação deste bagaço sobre as qualidades sensoriais e funcionais do pão.

### 3. METODOLOGIA

Para obtenção do bagaço foi produzida uma cerveja de trigo de maneira artesanal, sendo necessária 5 kg de matéria - prima para obter 20 litros de cerveja. Esse processo produtivo gerou o bagaço de malte. No presente trabalho foi realizado um estudo comparativo da matéria prima utilizada na produção artesanal da cerveja de trigo e o bagaço.

Foram analisados os seguintes parâmetros teores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos presentes na matéria-prima e no bagaço de malte obtidos da produção de cerveja artesanal.

#### 3.1. Local e Período de Realização da Pesquisa

O trabalho foi desenvolvido no Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos (NUPEA), localizado no Departamento de Química do CAMPUS I da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – Paraíba, no período de Agosto à Dezembro de 2016.

#### 3.2. Matéria-Prima

A matéria prima utilizada no presente trabalho foi o malte de cevada belga de duas fileiras e o malte de trigo belga (*wheat blanc*), lúpulo *perle* com 4,2% A.A. de origem alemã, fermento alemão da marca *fermentis* WB-06 e água mineral de uma marca comercial do estado da Paraíba.

No presente trabalho, o mosto cervejeiro foi produzido, a nível laboratorial tendo como composição (ou *blending*) utilizado de maltes de cevada e trigo onde o primeiro representou 60% da mistura e o segundo 40%.

#### 3.3. Moagem do Malte

A mistura de trigo e malte *pilsen* foi moída com o auxílio de um moinho de grão (Figura 5), de forma a produzir a desintegração total do endosperma, para que todos os elementos ficassem expostos às ações das enzimas.

Figura 5: Moinho manual de rosca infinita



FONTE: O Autor

### 3.4. Mosturação

A mosturação foi realizada utilizando-se um sistema montado com um bequer de 2L envolto de papel alumínio, aquecedor da marca tecnal, TE-0853, com controle de temperatura, agitador mecânico da marca IKA® RW20 digital. O sistema montado esta apresentado na Figura 6.

Figura 6: Fase de mosturação



FONTE: O Autor

No béquer adicionou-se a mistura de malte onde permaneceu sob agitação na mesma temperatura para a completa conversão do amido em açúcares fermentáveis.

Visando-se obter uma ação máxima de amilases, quando necessário, o pH do mosto foi corrigido utilizando hidróxido de sódio PA (NaOH) e ácido tartárico PA.

### 3.5. Filtração do Mosto

Ao final da mosturação, o mosto foi filtrado com o auxílio de uma peneira (Figura 7) utilizando-se o próprio malte como camada filtrante e separando dessa maneira a fase líquida da fase sólida.

Figura 7: Bagaço de malte obtido após a etapa de filtração



**FONTE:** O Autor

O bagaço de malte obtido após a etapa de filtração foi armazenados em embalagens hermeticamente fechadas e posteriormente mantidos sob refrigeração.

### 3.6. Fervura do Mosto

A fervura foi feita em recipiente de inox, durante 5 minutos, garantindo assim uma esterilidade ao mosto, quando finalizada esta etapa de fervura o mosto foi acondicionado em garrafas de vidro e resfriadas para evitar uma contaminação.

### 3.7. Centrifugação do Mosto e Estocagem

Para obtenção de um mosto mais límpido, pela separação do *trub* quente, e consequentemente reduzir perda, o mosto obtido em cada ensaio foi centrifugado e em seguida transferidos para garrafas de vidro estéreis de 500mL (Figura 8) e acondicionados à temperatura de -5,5 °C na estufa incubadora (marca QUIMIS, modelo Q315M25).

Figura 8: Mosto da cerveja de trigo engarrafada



**FONTE:** O Autor.

### **3.8. Determinação da Composição Centesimal**

A fim de comparar a composição centesimal da matéria-prima utilizada na produção de cerveja de trigo artesanal com a composição centesimal do bagaço de malte gerado no processo de fabricação da cerveja de trigo artesanal foram analisados os seguintes parâmetros: teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos visando seu reaproveitamento.

As determinações de umidade, cinzas e proteínas seguiram a metodologia de acordo com BRASIL (2008). O teor de lipídeos foi realizado através do método de Folch, Less e Stanley (1957).

#### **Métodos analíticos**

**Umidade** - realizada em estufa (marca TECNAL, modelo TE- 393/2) pela técnica de secagem gravimétrica a 105°C, por 24 horas;

**Teor de cinzas** - quantificado por gravimetria após incineração em mufla (marca FORNETEC, modelo F1 - DM Monofásico) a 550°C. O método baseia na perda de peso que ocorre quando o produto é incinerado a 550°C, com destruição da matéria orgânica.

**Teor de proteínas** - realizado através da quantidade de nitrogênio da amostra, por digestão *Kjeldahl*. As três etapas importantes para a determinação de proteínas são: digestão, onde a amostra é submetida a altas temperaturas juntamente com a mistura catalítica em um digestor (marca TECNAL, modelo TE 007A); destilação realizada em destilador (marca TECNAL, modelo TE 007A) com Hidróxido de Sódio concentrado e por fim titulação, onde o nitrogênio é transformado em amônia, resultando em g de protídios e se aplicando um fator de 6,25.

**Teor de lipídeos** - realizada empregando clorofórmio e metanol. As vantagens sobre a maioria dos métodos é que se consegue a extração e purificação dos lipídios, pela mistura de solventes.

**Teor de carboidratos** - O valor de carboidratos totais, incluindo fibras, foi obtido por diferença centesimal com a soma dos resultados encontrados em percentagem de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos, conforme apresentado na equação (3):

$$\text{Carboidratos totais (g/100g)} = 100 - [\text{umidade} + \text{cinzas} + \text{proteínas} + \text{lipídeos}] \quad \text{Eq. [3]}$$



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização físico-química da matéria-prima e do bagaço de malte encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição centesimal da matéria-prima e do bagaço de malte oriundo da mosturação de cerveja de trigo artesanal

Parâmetro	Matéria – prima*	Bagaço*
Umidade (g/100g)	8,36 ± 0,102	65,98 ± 1,08
Cinzas (g/100g)	1,431 ± 0,067	0,618 ± 0,052
Lipídeos (g/100g)	15,60 ± 0,075	14,99 ± 0,03
Proteínas (g/100g)	8,29 ± 0,268	4,25 ± 0,096
Carboidratos (g/100g)	66,93 ± 0,206	13,55 ± 1,05

\*Média obtida das três repetições ± Desvio padrão referentes a amostra expressa em percentagem (g/100g) do produto em base úmida.

De acordo com a (tabela 4) o teor de umidade para matéria-prima antes da etapa de mosturação apresentou um valor de 8,36g/100g valor este muito inferior ao obtido para o bagaço, devido à pequena quantidade de água existente na matéria e o alto teor de nutrientes contidos no grão antes sem sofrer processo térmico.

O teor de umidade encontrado no bagaço de malte moído foi de 65,98g/100g, umidade inferior aos encontrados por Cordeiro, El-Aouar e Gusmão (2012), em estudo com bagaço de malte oriundo de cervejarias a umidade encontrada foi de 75,45g/100g e por Ascheri *et al.* (2007) 75,6g/100g no bagaço de cevada. A umidade inferior encontrada no presente trabalho está relacionada com a quantidade de água absorvida e com a granulometria do bagaço.

Para matéria-prima antes do processo de mosturação o teor de cinza obtido foi de 1,431g/100g. Este valor é superior ao obtido no bagaço, justificado pela maior quantidade dos sais minerais se encontrarem na casca do grão ou próximo a ela. O teor de cinzas do grão obtido é próximo ao obtido por Mayer *et al.* (2007), que varia de 1,07 a 2,58g/100g em grãos integrais e descascados de cevada.

O teor de cinzas obtido no bagaço do malte foi de 0,618g/100g mostrando-se muito inferior aos valores encontrados em outros estudos realizados por Santos *et al.* (2008), que variaram de 2,5 a 14,7g/100g e por Gonçalves e Martins (2014), que em estudos com

bagaço de cevada como matéria-prima em compósitos de amido os teores de cinzas encontraram valores que variaram de 2,61 a 2,91 g /100g.

Para o grão moído antes da etapa de mosturação obtive-se teor de lipídeo elevado (15,60g/100 g) valor este próximo ao obtido para o bagaço. Gonçalves e Martins (2014) ressaltaram que elevado teor de lipídios contribuiu para o aumento de índices produtivos tanto em animais leiteiros, quanto em animais em confinamentos.

O teor de lipídeos encontrado no bagaço foi de 14,99g/100 g. Fujita e Figueroa (2003), ao avaliar alimentos preparados a partir deste cereal obtiveram 17,20g/100 g de lipídeos e Ascheri *et al.* (2007), 9,2g/100 g; Gonçalves e Martins (2014), em estudo com bagaço de cevada encontraram valores de 11,28g/100 g.

Lousada Júnior *et al.* (2006), ao analisar os subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu uso na alimentação animal obtiveram teores lipídicos que variam de 1,00 a 6,01g/100 g valores estes abaixo do obtido para o bagaço (14,99g/100 g) no presente estudo e mesmo assim satisfazendo as condições para um bom funcionamento ruminal.

Os grãos apenas moídos obtiveram teor de proteína de 8,29g/100g na análise realizada, valor este que se aproximou aos encontrados por Funjita e Figueroa (2003), os quais variaram entre 7,48 a 10,75g/100g. Segundo Fuke (2007), os teores de proteínas no grão da cevada após o rompimento da casca variaram de 9,66 a 11,42g/100g. O excesso de proteínas no grão resulta em menor teor de amido e, conseqüentemente, de açúcares fermentescíveis. Quando o teor proteico é alto, em termos percentuais o teor de amido é mais baixo (FLORIANI, 2002; CORDEIRO, 2011).

No presente trabalho o teor de proteínas encontrado no bagaço foi de 4,25g/100g, próximo do obtido por Cordeiro, El-Aouar e Gusmão (2012), 5,37g/100 g onde estabeleceram as mesmas condições de armazenamento do presente estudo. Os resultados encontrados para o teor de proteínas por Ascheri *et al.* (2007) foi de 15,9g/100g que ao obter seu resíduo realizou a prensagem do mesmo antes de armazenar. Mathias, Mello e Servulo (2014), encontraram valores bem superiores, sendo 26,89g/100g. Valores estes que podem estar relacionados pela técnica de conservação (secagem em estufa a 65°C) que o resíduo foi submetido antes de ser armazenado. Segundo Cordeiro (2011), teores elevados de proteínas levam ao aumento da viscosidade e instabilidade do mosto, o que provoca problemas na elaboração e na estabilidade da cerveja. Por outro lado, teores de proteínas demasiadamente baixos reduzem a atividade enzimática.

A matéria-prima, apenas moída apresentou valor de 66,93g/100g valor este que muito se aproximou aos obtidos por Funjita e Figueroa (2003), que variaram de 59,16 a 65,60g/100g. Este alto valor é justificado devido esses cereais serem ricos em fibras e a análise de carboidratos totais inclui as fibras alimentares.

O teor de carboidratos obtido para o bagaço foi de 13,55g/100g, os teores mais próximos encontrados foram os de por Cordeiro, El-Aouar e Gusmão (2012), 15,46g/100g. Ascheri *et al.* (2007), em seus estudos quantificou 17,0 g/100g para o teor de carboidratos.

Segundo Portilho (2010) o resíduo do bagaço cervejeiro por ser rico em fibras, quando introduzidos na ração de bovinos, caprinos e equinos, servem muitas vezes como reguladores biológicos além de barateiam o custo da alimentação, sendo uma ótima alimentação para animais em período de lactação.

Silva (2007), ao substituir este resíduo em cinco níveis de substituição (0, 25, 50, 75 e 100%) na alimentação de cabras, concluiu que a substituição de 50% é recomendada para cabras em fase de lactação e a substituição de 75% também pode ser usado, pois atende as necessidades nutricionais de energia e proteínas. Portilho (2010) ressalta que a alta palatabilidade do grão moído e do bagaço, quando usados na alimentação de animais provoca melhorias, tais como na produção do leite e ganho de peso diário.

Braz (2008), ao substituir o bagaço em cinco níveis de substituição (0, 12,5, 25, 37,5 e 50%) na alimentação de suínos em fase de crescimento, concluiu que o bagaço pode ser substituído na alimentação em níveis de até 17,36% sem comprometer a qualidade do suíno.

Apesar de aplicações desse resíduo cervejeiro para ração animal, de acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que o resíduo do bagaço do malte ainda contém nutrientes possibilitando outras elaborações alimentícias que podem ser introduzidos na alimentação humana.

Segundo Mattos (2010), ao utilizar 30% do resíduo sem passar pelo processo de secagem e moagem, para desenvolvimento de um pão fontes de fibras, concluiu que após a adição do resíduo o mesmo apresentou aparência e texturas semelhantes a um pão integral.

Bieli *et al.* (2015), substituiu 15% do farinha do resíduo cervejeiro na produção de *snak* extrusado e concluirão que o mesmo apresentou uma alteração na textura do *snak*, entretanto não houve alteração no índice de expansão, apresentando um produto adequado ao padrão existente no mercado.

Beluci e Madrona (2012), também trabalhando com o resíduo da produção de cervejas, produziram barras de cereais em três formulações diferentes (0, 5 e 10%) e

nenhuma das formulações conseguiu atingir o valor de carboidratos de uma barra comercial, concluíram que caso o produto fosse lançado no mercado deveria ser produzido com o maior teor de resíduo, pois ele seria tão bem aceito quanto o sem resíduo.

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho, desenvolvidos no resíduo do bagaço proveniente do processo produtivo da cerveja de trigo artesanal apresentaram valores que quando comparados com os obtidos na matéria-prima apenas moída, “pro fermentativa”, comprovam que esse resíduo possui um alto valor energético, apresentando potencial para utilização em diversas áreas da tecnologia como alimentação animal, humana e minimização do impacto ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. **Classificação de Resíduos, NBR 10.004**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2004.
- ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI, F. W. G. (Coord.) **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgard Blücher. 550 p. 2005.
- ALMEIDA, T. S.; AZEVEDO, M. L.; DIAS, C. **Avaliação da Perda de Umidade de Bagaço de Malte: Para Utilização em Panificação**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal do Pampa, v. 7, n.2, Bagé - Rio Grande do Sul, 2015.
- ALVES, L. M. F. **Análise físico-química de cervejas tipo “pilsen” comercializadas em Campina Grande na Paraíba**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB. 42p. 2014.
- AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. de A. **Biotecnologia Industrial** – São Paulo. Editora Bucher. vol, 4. 523p. 2001.
- ASCHEIRI, D. P. R.; BURGER, M. C. DE M.; MALHEIROS, L. V.; OLIVEIRA, V. N. (UNUCET/UEG) (2007): **Curvas de secagem e caracterização de hidrolisados de bagaço de cevada**. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/10/10-380-261.htm>>. Acesso em 17/09/2016.
- BATISTA, E. A. **Estudo do processo de secagem do resíduo de malte gerado na produção de cerveja**. 2016. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.
- BELUCI, N. C. L.; MADRONA, G. S. **Elaboração de barra de cereal com resíduos da produção de cerveja e do processamento de extrato de soja**. II Simpósio de bioquímica e biotecnologia. Londrina- Paraná, 2012.
- BIELI, B. C.; MARQUES, D. R.; MARCHI, L. B.; QUELHAS, J. O. F.; CHINELLATO, M. M.; MONTEIRO, C. C. F.; MONTEIRO, A. R. G. Produção de Snack Extrusado com Adição de Farinha de Bagaço de Malte. **Revista Tecnológica** – Maringá. 321-326 p. 2015.

BORGES, P. F.O. **Concentração do mercado de cerveja no Brasil e a participação das microcervejarias**. 72p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal Fluminense, Niterói- RJ. 2015.

BRASIL. **Decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, 04 de setembro de 1997.

BRASIL. **Instrução normativa nº 54, de 05 de novembro de 2001**. Regulamento técnico MERCOSUL de produtos de cervejaria. Diário Oficial da União, Brasília, 05 de Novembro de 2001.

BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009**. Regulamentação da lei Nº 8.918, de 14 de julho de 1994, sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, 04 de junho de 2009.

BRASIL. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde, 12 de dezembro de 2011.

BRASIL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4º ed. 1º edição digital. São Paulo, 1020 p, 2008.

BRAZ, J. M. **Bagaço de Cevada na Dieta de Suínos em Fase de Crescimento**. 2008. 37 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; STEVENS, R. **Brewing Science and Practice**. Flórida: CRC Press LLC and Woodhead Publishing Limited. 863 p. 2004.

BRUNELLI, L. T. **Produção de cerveja com mel: características físico-químicas, energética e sensorial**. 90 p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual Paulista. Botucatu – São Paulo, 2012.

CARVALHO, G. B. M.; BENTO, V. C.; SILVA, A. B. J. Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 3º parte – A maturação. **Revista Analytica** - Nº 27, 2007.

CARVALHO, G. B. M. **Obtenção de cerveja usando banana como adjunto e aromatizante**. 163 p. Tese (Doutorado – Programa de pós-graduação em biotecnologia

industrial. Área de concentração: Conversão de biomassa) – Escola de Engenharia de Lorena, USP, Lorena, 2009.

CASTRO, O. M. **Obtenção de cerveja super- concentrada com a utilização de xarope de milho como adjunto de malte.** 145 p. Dissertação (Mestrado em ciências) – Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. Lorena- São Paulo, 2014.

CERVEBRASIL- **Associação Brasileira da Indústria da Cerveja**, anuário 2014.

CERVEBRASIL- **Associação Brasileira da Indústria da Cerveja**, anuário 2015.

CERVEBRASIL- **Associação Brasileira da Indústria da Cerveja**, anuário 2016.

**CERVEJAS DO MUNDO.** Disponível em: <

<http://www.cervejasdomundo.com/Ingredientes.htm>>. Acesso em: 04 de agosto de 2016.

CORDEIRO, L. G.; EL-AOUAR, A. A.; GUSMÃO, R. P. Caracterização do Bagaço de Malte Oriundo de Cervejarias. **Revista Verde** (Mossoró – RN),20-22 p. 2012.

CORDEIRO, L. G. **Caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte oriundo de cervejarias para fins energéticos.** 121 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e tecnologia dos alimentos) – Universidade Federal da Paraíba. Joao Pessoa – Paraíba, 2011.

CURI, A.R. **Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte.** Tese doutorado em Agronomia. Botucatu- SP, 2006.

D'AVILA, R. F.; LUVIELMO. M. M.; MENDONÇA, C. R. S.; JANTZEN, M. M. **Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações.** Estudos Tecnológicos em Engenharia, 60-68p, 2012.

DIAS, J. **Desenvolvimento e avaliação de uma cerveja contendo Chá Amargo como substituinte de 50% do lúpulo.** Escola de engenharia de Lorena- USP, 2014.

EMMEL. R. W. **8º Curso de produção de cerveja artesanal.** Porto Alegre: We Consultoria. 38 p, 2010.

EVANGELISTA, R. R. **Análise do processo de fabricação industrial de cerveja.** FTCA- Araçatuba, 2012.

FILHO, C. L. S. C. **Avaliação do Resíduo de Cervejaria em Dietas de Ruminates Através de Técnicas Nucleares e Correlatas.** 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) –



Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba- São Paulo. 1999.

FLORIANI, A. P. **Cevada cervejeira: características bioquímicas**. Portal A feira - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2002. Disponível em : <<http://www.ufrgs.br/afeira/materias-primas/cereais/cevada/cevada-cervejeira/caracteristicas-bioquimicas>>. Acesso em : 07/03/2017.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. **A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues**. J. Biol. Chem., 226: 497, 1957.

FONTES, A. **Cerveja e Design**. Disponível em:<<http://www.hominilupulo.com.br/universo-da-cerveja/cerveja-e-design-com-armando-fontes-parte-1/>>. Acesso em: 13/ 12/2016.

FUKE, G. **Uso de grão de cevada: caracterização bromatológica de cultivares e respostas biológicas de ratos em crescimento**. 2007. 75 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

FUJITA, A. H.; FIGUEROA, M. O. R. Composição centesimal e teor de  $\beta$ -glucanas em cereais e derivados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas – SP. 116-120p. 2003.

GAUTO, M.; ROSA, G. **Química Industrial**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 283p, série tekne.

GOLÇALVES, P. A.; MARTINS, S. D. **Caracterização do bagaço de cevada como matéria-prima em compósitos de amido**. 54º Congresso Brasileiro de Química. Natal- Rio Grande do Norte, 2014.

JORGE, E. P. M. **Processamento de cerveja sem álcool**. 72 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Católica de Goiás. Goiânia – Goiás, 2004.

LOUSADA JUNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico- química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.70-76, 2006.

KUCK, S. L. **Cerveja: sabor e aroma**. Rio Grande do Sul, UFPel, 46p. 2008.

KUNZE, Wolfgang. **Technology brewing and malting**. Translated by Susan Pratt Berlin. v.3.2004

- KREISZ, S. Malting. In: EBLINGER, H. M. Handbook of brewing: **Processes, technology, markets**. Weinheim: WILEY – VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009.
- LEHNIGER, A. L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Edgard Bluncher, 2002.
- MATHIAS, T. R. S.; MELLO, P. P. M.; SERVULO, E. F. C. **Caracterização de resíduos cervejeiros**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Florianópolis- Santa Catarina, 2014.
- MATTOS, C. **Desenvolvimento de um Pão Fonte de Fibras a Partir do Bagaço de Malte**. 40 p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS. 2010.
- MAYER, E. T.; FUNKE, G.; NORBERG, J. L.; MINELLA, E. Caracterização nutricional de grãos integrais e descascados de cultivares de cevada. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.11, 1635-1640 p. 2007.
- MEGA, J. F.; NEVES, E.; ANDRADE, C. J. de. A produção da cerveja no Brasil. **Revista Citino**, Mato Grosso do Sul, UNEMAT. 34 -42 p. 2011.
- MELO, A. A.; MANFIO, M.; ROSA, C. R. Composição e propriedades tecnológicas da farinha do resíduo da fermentação da cerveja. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.18, n.1, 91-95 p, 2016.
- MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. Editora Lafont Ltda. Cidade São Paulo 2011.
- MOREIRA, L. M.; REDMER, M. B. B.; KOHLER, G. L. B.; CHIM, J. F.; MACHADO, M. R. G.; RODRIGUES, R. S.; LEITÃO, A. M. **Elaboração e Caracterização de Barras de Cereais elaboradas com Resíduo Sólido de Cervejaria**. In: Mostra da Produção Universitária 8., Rio Grande - RS. Anais... Rio Grande: CIDEC-SUL – FURG, 2009.
- NAKANO, V. M. **Teoria da Fermentação e Maturação**. In: WORKSHOP ADEGAS. Anais. Brasília: AMBEV, 2000. 96p.
- OLIVEIRA, N. A. M. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. 45f. Monografia (Pós-graduação em Microbiologia) – Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Belo Horizonte, 2011.
- PIATO, M. S.; RÉVILLION, J. P. **Restrições ao desenvolvimento das microcervejarias informais no Brasil**. ACTA Ambiental Catarinense. 18 p. 2013.
- PORTAL CERVESIA. **História da Cerveja**. Disponível em:< <https://www.cervesia.com.br/>>. Acesso em: 03/01/2017

- PORTILHO, F. P. **Utilização do resíduo de cervejaria na formulação de misturas minerais proteinadas para ovinos a pasto**. 2010. 76 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal)-Universidade de Brasília, Brasília.
- PORTO, P. D. **Tecnologia de fabricação de malte: uma revisão**. 2011. 58 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.
- PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. **Handbook of Brewing**. 2 ed. Flórida: CRC Press and Taylor & Francis Group, 2006. 829p.
- RAO, L. **Viabilidade de aproveitamento de resíduos alimentícios como biossorventes na remoção de metais**. Universidade Estadual de Maringá – 2015.
- REINOLDO, M. R. **Tipos de Malte**. Dipl. Braumeister, 2010. Disponível em: < <https://www.cervesia.com.br/malte/25-tipos-de-malte.html> >. Acesso em: 20 de janeiro de 2017.
- SANTOS, A. P.; ASCHERI, J. L. R.; ASCHERI, D. P. R. **Harina de bagazo de cebada y su incorporación en bizcochos**. *Alimentária*. 95-101p. 2008.
- SANTOS, S. P. **Os Primórdios da Cerveja no Brasil**. Ateliê Editorial. 1 ed, Cotia, 2003.
- SILVA, V. B. **Resíduo Úmido de Cervejaria na Alimentação de Cabras**. 41 p. Dissertação (Mestrado em ciências) – Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica - RJ, 2007.
- SINDICERVE: **Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja** . Tipos de cerveja. Disponível em:< <http://www.sindicerv.com.br/tipo-cerveja.php>>. Acesso em: 10 de Dezembro de 2016.
- SOARES, J. S. T. **Lúpulo: um olhar profundo**, 2014. Disponível em :< <http://www.lupulento.com.br/2014/04/lupulo-um-olhar-aprofundado/>>. Acesso em : 04 de agosto de 2016.
- SOARES, N. **Tempo de mudança. Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul. 14- 22 p. 2011. Disponível em: < <http://engarrafadormoderno.com.br/mercado/os-tempos-mudaram>>. Aceso em: 22/01/2017.

TROMMER, M. W. **Trub quente e trub frio. Engarrafador Moderno**, 2013. Disponível em:<http://engarrafadormoderno.com.br/processos/trub-quente-e-trub-frio>. Acesso em : 07/03/2017.

VENTURINI FILHO, W. G.; CEREDA, M. P. Cerveja. In: Almeida Lima, U., Aquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W. **Biotechnologia Industrial** (Biotechnologia na produção de alimentos v.4), p. 91-144, Edgar Blücher, Brasil, 2001.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnológica**. São Paulo: 1 ed. vol. 1. Editora Bucher, 2010.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de bebidas**. 1 ed. São Paulo: Edgar Bucher Ltda. 2005.

VIERA, A. W. **Apostila de produção de cervejas artesanais**. 2009. 30 p.

ZSCHOERPER, O. P. **Apostila curso cervejeiro e malteador** - AMBEV. Porto Alegre: Ambev. 71p. 2009.