

“JANDB – Desenvolvimento de uma “Cerveja” de Malte de Arroz”

Bruna Wadt Farini e Jessica Varreira Borges

Faculdade de Química - PUCRS

Resumo

Com a dificuldade de acesso a produtos sem glúten, devido a altos preços ou pequenas variedades, o presente trabalho visa a elaboração de uma “cerveja” de malte de arroz, seguindo uma releitura da cerveja Witbier, de origem Belga. O desenvolvimento desse novo produto consiste em uma alternativa para o consumidor intolerante ao glúten, devido à alta e fácil produção do arroz no Brasil. Para tanto o malte de arroz, foi previamente desenvolvido pela otimização do processo de germinação. A cerveja de malte de arroz desenvolvida, JANDB, foi caracterizada através de ensaios físico-químicos (pH, teor de álcool, acidez total, extrato primitivo, densidade relativa e açúcares redutores), bem como através de avaliação sensorial e teste de aceitabilidade. Obtiveram-se resultados satisfatórios quando comparado com uma cerveja comercial.

Palavras-chave: Glúten. Arroz. Cerveja.

Abstract

There is a difficulty of accessing gluten-free products due to high prices or small varieties. The present work sees a new elaboration of an all rice malt beer by following a re-reading of Witbier beer Belgian's origin. The development of this new product is an alternative for gluten-intolerant consumers due to the high production of rice in Brazil. The all rice malt beer who was named JANDB was characterized by physical-chemical tests (pH, alcohol content, total acidity, primitive extract, relative density and reducing sugars), as well as through sensory evaluation and acceptability test. The results obtained were satisfactory when compared to a commercial beer.

Keywords: *Gluten. Rice. Beer.*

1 Introdução

A cerveja é uma das bebidas alcoólicas mais consumidas no mundo. No entanto, o consumo de cerveja utilizando a cevada como matéria prima pode ser uma dificuldade para pacientes que sofrem da doença celíaca (HAGER *et al.*, 2014), uma intolerância permanente ao glúten cujo tratamento é fundamentalmente dietético. Consiste na exclusão do glúten, termo utilizado para descrever frações protéicas encontradas no trigo, centeio, cevada, aveia e em seus derivados (ARAUJO *et al.*, 2010). Sendo assim,

peças que possuem a doença celíaca tendem a excluir a cerveja de sua dieta, mesmo existindo uma gama de cerveja sem glúten, essas se encontram no mercado com um preço muito alto, não obtendo muito espaço no mercado cervejeiro.

Considerando-se os diversos ramos industriais, uma das principais indústrias que estão inovando na substituição do glúten é a cervejeira. Para a elaboração de cerveja sem glúten, a cevada deve ser totalmente substituída por outros cereais, tais como: milho, arroz e sorgo. A substituição total do malte da cevada por outros cereais está sendo muito estudada ultimamente, onde o arroz é um dos mais estudados e vêm demonstrando grandes resultados e aceitações (VIETH, 2009).

Um dos cereais mais consumidos mundialmente é o arroz. O Brasil é o nono maior produtor mundial, onde a produção está distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso. O cultivo de arroz irrigado praticado na região Sul do Brasil, contribui em média com 54 % da produção nacional, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor brasileiro (MAPA, 2016).

Considerando as legislações vigentes, no Brasil (Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997) e no Mercosul (IN-nº054), para ser considerada uma cerveja no Brasil, deve ter no mínimo 20% de malte de cevada em sua composição. Para o processo da fabricação de cerveja, as matérias-primas essenciais são: água, malte, levedura e lúpulo. Portanto, parte do malte de cevada poderá ser substituída por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não poderá ser superior a 45 % em relação ao extrato primitivo. Com isso grandes marcas vêm utilizando o arroz como parte do seu processo para a redução de custos, como é o caso da Budweiser que utiliza 40% de arroz em suas cervejas (ALMEIDA, 2005).

Com isso, o uso do arroz, que é uma das matérias-primas mais produzidas no Rio Grande do Sul, poderá gerar uma diminuição no preço abusivo das cervejas sem glúten no mercado, podendo essa bebida atingir maior parte da população que sofre da doença celíaca, que acomete cerca de 1% da população mundial, isto é, cerca de 72.000.000 pessoas são celíacas.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho é desenvolver uma bebida alcoólica substituindo 100% o malte de cevada da cerveja tradicional pelo malte de arroz, sendo este novo produto uma alternativa para o consumidor, pois o arroz é um alimento

abundante e de fácil produção no Brasil.

2 Fundamentação teórica

2.1 Definição de cerveja

De acordo com o decreto N° 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei n° 8.918, de 14 de julho de 1994, artigo 36, cerveja é 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. O malte é o produto obtido pela germinação e secagem de cevada, sendo que parte do malte de cevada poderá ser substituído por cereais aptos para o consumo humano, malteados ou não malteados, bem como os amidos e açúcares de origem vegetal.

2.2 Definição de cerveja sem glúten

A grande procura por cervejas diferenciadas e sem glúten despertou interesse pela mudança da denominação do termo “cerveja”. Um exemplo disso foi a publicação da portaria N°8, de 17 de janeiro de 2014, anexo I, onde entende como cerveja sem glúten a cerveja elaborada com cereais que não contem glúten ou que contenha teor de glúten abaixo de 10 ppm estabelecido em regulamento técnico específico. Na mesma portaria também é destacada a introdução de cervejas oriundas de outros cereais, com o nome “cerveja de malte de...” e o nome do grão utilizado.

2.3 História da cerveja

A produção da cerveja é uma atividade que faz parte das experiências humanas desde os primórdios da civilização. A origem da cerveja vem da Suméria, era costume esmagar os cereais com uma pedra para se criar um pó, o que hoje é chamado de farinha. Neste pó, adicionava-se água para formação de uma massa mole. Especula-se que ocasionalmente, essa massa mole que ficava no sol, um dia foi exposta a chuva e ao sol. Momento este que, com a ocorrência do contato da água da chuva com o amido da massa, houve o resultado do açúcar. Em decorrência deste resultado, os microorganismos atacaram o açúcar, acarretando assim a descoberta da cerveja (EL MUNDO, 2005).

Em 3.400 a.C, os egípcios começaram a utilizar a cerveja como moeda de troca. Com esta utilização inicia-se a expansão da cerveja pelo mundo.

Em 700 d.C. após ampliação da produção de cerveja caseira os monges aventuraram-se nas pesquisas cervejeiras. Momento em que, há origem das primeiras receitas e técnicas que passaram a serem aperfeiçoados durante os anos. Com a crescente quantidade de conhecimento da cerveja, em 1115 d.C., um mosteiro na Alemanha inicia o uso do lúpulo como ação de conservante natural.

Em 1200 d.C, a produção caseira e familiar da cerveja, se torna uma atividade comercial. Com o consumo anual de 300L/pessoa, 06 vezes mais do que média consumida atualmente.

Em 1487, surge a cerveja *largeten* (que em alemão quer dizer “armazenar”), em detrimento da proibição da produção no verão, originando assim, as cervejas de baixa fermentação. Cem anos depois os cervejeiros começaram a dominar o calor com a utilização de carvão mineral. A partir deste momento, foi possível fazer a secagem do malte sem a torra, resultando cervejas mais claras e o surgimento então das *Pales Ale*.

Com a junção do conhecimento em fermentação baixa com a de maltagem, nasce a *Pilsen*. O estilo de cerveja mais conhecido e que hoje é a mais consumida no mundo.

Em 1960, algumas cervejarias americanas se unem e dá início a revitalização da cultura cervejeira. Com a ocorrência disto, há um incentivo de campanha para a volta das *Ale*. Esse momento virou um marco da expansão da cultura da cerveja pelo mundo, tendo em vista a origem da exploração dos mais diferentes estilos, sabores, aromas e cores (EL MUNDO, 2005).

2.4 Matérias-primas essenciais

2.4.1. Água

O conteúdo da água cervejeira é um fator de grande contribuição para o sabor da cerveja, sendo de grande importância, porque constitui mais de 90 % da cerveja (BOTELHO, 2009).

2.4.2. Malte de Arroz

A malteação é o processo empregado para preparar o malte através da germinação sob condições controladas, sendo que o malte pode ser de feito de qualquer

cereal. O termo malte de arroz ainda não é muito conhecido pela população, mais atualmente tem sido muito presente na literatura.

O Arroz é um dos adjuntos amiláceos mais utilizados. Segundo Sleiman *et al.*, (2010), 4,3% das cervejas *Pilsen* comerciais brasileiras analisadas apresentavam o cereal na composição. É utilizado em cervejas na forma de flocos de arroz (flakes), obtidos através da farinha umedecida que passa por rolos aquecidos (REINOLD, 1997). Outro modo de utilização é sem a casca e seco, obtido como subproduto da moagem industrial do arroz comestível, que consiste em remover o farelo, as camadas de aleurona e o embrião sem danificar o endosperma amiláceo, resultando em grãos inteiros para consumo doméstico.

O arroz é preferido por alguns cervejeiros porque contém um teor menor de óleo comparado ao *gritz* de milho (PRIEST; STEWART, 2006), entretanto nem todas as variedades são adequadas para a produção cervejeira. O arroz tem uma temperatura relativamente alta de gelatinização e é extremamente viscoso antes de ser liquefeito. Variedades como “Nato” não são liquefeitas adequadamente, impossibilitando o bombeamento da mosturação para a filtração (MAYER *et al.* 2014).

Souza *et al.* (2008) testaram o potencial enzimático do malte obtido a partir de arroz como alternativa ao malte de cevada, produzindo um mosto contendo malte de cevada, água, malte de arroz e adjunto na forma de farinha de arroz e outro contendo apenas malte de cevada e água e encontraram rendimentos de açúcares fermentescíveis equivalentes.

A total substituição do malte de cevada, pelo de arroz ainda é considerada um desafio. O problema principal é a completa sacarificação do amido. Uma das razões para a incompleta sacarificação é a alta temperatura de gelatinização do amido de arroz e uma insuficiência enzimática.

2.4.3. Lúpulo

O lúpulo traz sabor e aroma especiais para a cerveja. Além do gosto característico o lúpulo também tem a função de conservante natural. O seu amargor é devido à presença do conteúdo de α -ácidos, conhecidos como humulonas. Durante a fervura os α -ácidos sofrem isomerização para gerar as formas *cis* e *trans* das humulonas, e que conferem a cerveja o sabor especial (OWADES, 1992).

2.4.4. Leveduras

Biologicamente classificados como fungos, leveduras são microrganismos unicelulares que se reproduzem por brotamento. No processo de produção de cerveja os tipos mais conhecidos são *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces uvarum*.

Esses dois tipos de leveduras dão origem a dois processos de fermentações diferentes, que são denominadas cerveja estilo *Ale* e *Lager*. *Ale* é produzido pela *Saccharomyces cerevisiae*, onde sua fermentação ocorre entre 18 °C e 22 °C, denominada de alta fermentação. E a *lager* é produzida pela *Saccharomyces uvarum*, de baixa fermentação, com temperatura de fermentação entre 7 °C a 15 °C (RUSSELL; STEWART, 1995).

2.4.5. Enzimas

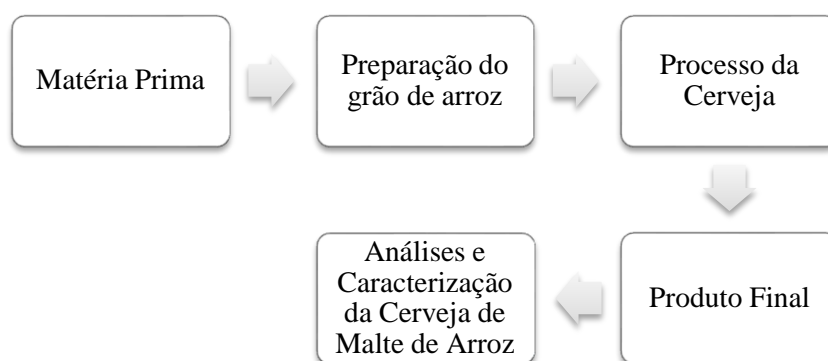
As enzimas podem ser consideradas biocatalisadores, que tem a capacidade de acelerar reações químicas, sem participar delas. Na maioria das vezes, as velocidades das reações catalisadas por enzimas têm um aumento da ordem de 10^6 a 10^{12} vezes em relação às velocidades das reações não catalisadas. Elas são classificadas de acordo com o tipo de reações que catalisam. As atividades das enzimas podem ser otimizadas em diferentes temperaturas e pH (ENZIMAS, 2016).

No processo da mostura ocorre a hidrólise do amido por três enzimas principais, que são: α -amilase, β -amilase e maltase. A α -amilase é uma endoenzima que tem ação sobre as cadeias da amilopectina nas extremidades não redutores dando origem a dextrinas (ligações α -1,6), glicose e maltose. A β -amilase é uma exoenzima, hidrolisa as dextrinas, somente nas ligações α -1,4, gerando maltose e dextrinas menores. Já a maltase é uma enzima que atua na maltose transformando em glicose (ENZIMAS, 2016).

3 Material e Método

As etapas do processo foram realizadas de acordo com o fluxograma, da Figura 1, a seguir:

Figura 1 – Fluxograma das etapas de execução.



3.1 Matéria Prima

O Malte de arroz produzido, foi oriundo do grão de arroz IAS 12-9 Formosa (Japônica – Cateto), apresentado na Figura 2, que foram provenientes do Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA, localizado na cidade de Porto Alegre, na região do Rio Grande de Sul.

Figura 2 – Arroz IAS 12-9 Formosa (Japônica – Cateto) com casca.



Fonte: Autores.

A escolha da espécie do grão do arroz IAS 12-9 Formosa, ocorreu por apresentar baixo teor de amilose (inferior a 20 %) e baixa temperatura de gelatinização. O teor de amilose é o principal determinante da capacidade de aglutinação dos grãos e constitui uma variável de grande interesse no processamento e tecnologia em geral do arroz (NAVES, 2007). Deste modo, o arroz propício para a germinação é de baixo teor de amilose.

3.2 Preparação do grão de arroz

Tem como intuito remover as impurezas e desinfetar os grãos de arroz. Para a total limpeza, primeiramente foram imersos em uma solução de álcool etílico 90%,

durante 1 minuto, em seguida em uma solução de hipoclorito de sódio comercial (2% de cloro ativo), durante 15 minutos e foram enxaguados em lavagem sucessivas de água corrente (MARTINI, 2011).

Após a limpeza preliminar os grãos foram imersos em água, como objetivo de aumentar o teor de umidade do grão. Essa etapa é muito importante para uma germinação rápida e com maior uniformidade. A umidade também é importante para o desenvolvimento da enzima e para a dissolução ideal do endosperma (DONATI, 2011). Este processo denominado de maceração, durou 5 dias, os grãos imersos em água. Foram mantidos em uma estufa previamente esterilizada, variando a temperatura de 25°C – 22°C, como demonstrado no fluxograma da Figura 3. Para o início da germinação o grão necessita que sua umidade seja de 44 a 46 % (DONATI, 2011).

Figura 3 – Fluxograma do processo de umidade do grão de arroz.



O principal objetivo da etapa de germinação é desenvolver enzimas e modificar o amido, tornando-o mais macio e solúvel. O processo é interrompido quando o grão atinge a criação da radícula (MAYER *et al.*, 2014).

As condições para a germinação ocorreram durante 24 h a 22 °C, 24 h a 21 °C e 72 h a 20 °C, com constante adição de ácido gálico 2% e água (MAYER *et al.*, 2014).

O processo de secagem consiste em duas fases, a pré-secagem e a secagem,

onde ocorre a passagem de ar quente entre a massa de grãos, em diferentes temperaturas, até que se apresentem secos.

A primeira etapa denominada pré-secagem, é realizada com o objetivo de não prejudicar o grão. O malte verde é mantido na estufa de recirculação de ar, por 24h à 45°C e depois por mais um dia à 50°C.

Depois da pré-secagem, é feita a secagem onde o grão é mantido 6h à 60 °C. O malte então é resfriado dentro da própria estufa, para que se evite uma perda enzimática (DONATI, 2011). Esse processo é utilizado para encerrar a germinação e inativar as enzimas, que só serão reativadas no processo de mostura da produção da cerveja.

As radículas e caulículo formados na germinação podem trazer um gosto amargo para o produto final. Com a finalidade de evitar, é feita a crivagem. Utiliza-se uma peneira, para separar o malte da radícula (pequenas raízes) e do caulículo (pequeno caule) (DONATI, 2011).

Os grãos maltados foram armazenados em baldes alimentícios em locais a evitar presença de luz, umidade e temperatura acima de 20°C (REINOLD, 1997).

3.3 Processo da cerveja

A produção da cerveja de malte de arroz foi realizada na Escola da Cerveja - EC, localizada na cidade de Porto Alegre, na região do Rio Grande do Sul. Todos os materiais essenciais para a produção artesanal da cerveja foram cedidos pelos mesmos.

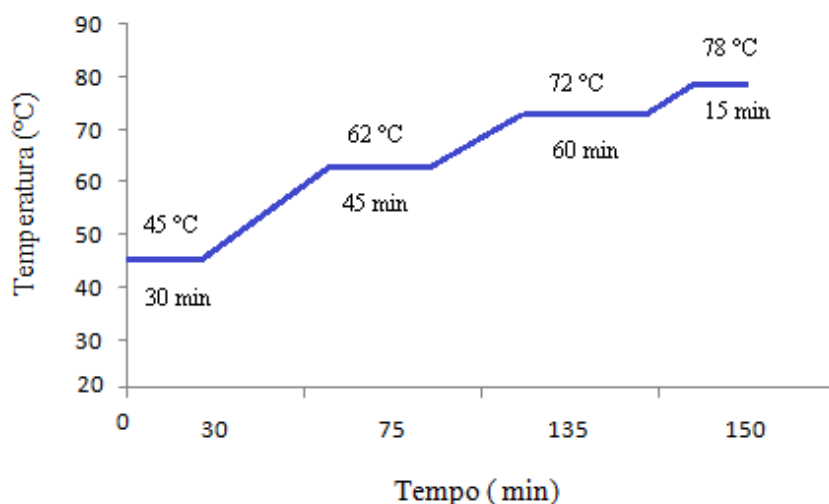
A cerveja desenvolvida foi nomeada como JANDB, onde sua receita foi baseada nas cervejas Witbier feitas de trigo. Para fabricação da cerveja foram utilizados 6 kg de malte de arroz moído em moinho de dois rolos (MAYER *et al.*, 2014).

Para o processo de mostura acrescentou-se ao malte 20L de água, em uma panela com filtro de Bazooka, e após 30 minutos de brassagem adicionou-se 3 ml da enzima Termamyl®, com auxílio de uma colher cervejeira e um termômetro na ponta desta colher, foi realizado o processo de infusão, conforme a Figura 4.

O controle de sacarificação, ou seja, o tempo necessário de mostura foi determinado pelo teste de iodo. O teste de iodo é um teste muito utilizado no dia-a-dia dos cervejeiros, como também em muitas análises qualitativas. Ele explica a teoria que

as moléculas de alto peso molecular, como a amilose e a amilopectina, podem sofrer reações de complexação, com formação de compostos coloridos. Resultando em complexo azul e vermelho-violáceo, respectivamente. A determinação do fim da brassagem é vista pelo desaparecimento da cor azul intensa formada por essa complexação, comprovando então, a completa sacarificação do amido em açúcares.

Figura 4 - Programação de tempo e temperatura no processo de brassagem



Fonte: Autores.

O mosto foi separado do bagaço do malte por meio de filtração convencional, sob pressão atmosférica, sendo a própria torta de filtração (bagaço de malte) usada como elemento filtrante. Depois da filtração do mosto, a torta foi lavada com aproximadamente 4 litros de água (80 °C), para extração do açúcar residual. Com o refratômetro foi medido a densidade depois da lavagem do mosto, apresentando 11 °Brix.

Após a filtração inicia-se a etapa de fervura do filtrado do mosto. A fervura é essencial para o sabor, quantidade de álcool e amargor do produto final. Esse processo, inativa as enzimas, coagula e precipita as proteínas, concentra e esteriliza o mosto. É nesta fase que se adicionam os aditivos que proporcionam características organolépticas típicas de cada tipo de cerveja.

Como já citado anteriormente, a *JANDB* é uma releitura da Witbier. Quando o filtrado do mosto atingiu 5 minutos de ebulição, adicionou-se 5 g de lúpulo Magno®, esperou-se mais 50 minutos de fervura para colocar mais 10 g de lúpulo Saaz® e mais os aditivos (10 g de casca de laranja, 4 g de coentro e 2 g de camomila), continuando o

processo por mais 5 minutos e finaliza esta etapa.

Terminada a fervura do mosto, realizou-se a operação do *whirlpool*, durante 5 minutos. Depois desse período, ocorreu o repouso de 30 minutos, visando à separação dos resíduos sólidos, por decantação.

A “cerveja” produzida foi feita em alta fermentação (*Ale*). Para a ação das leveduras o mosto deve estar em temperatura ambiente. Com isso é feito o resfriamento, após a fervura. O resfriamento do mosto foi realizado em trocadores de calor, onde a temperatura normalmente decresce de 80°C a 20°C (PICCINI *et al.*, 2016).

A fermentação do mosto é onde ocorre a conversão dos açúcares redutores em gás carbônico e álcool, pela ação das leveduras. Esse processo, empregando o fermento “*Belle Saison – lallemand*”, durou 7 dias em temperatura ambiente. Após o 7º dia verificou-se uma densidade de 1,005 *Gravity*, e foi finalizada a primeira fermentação (PICCINI *et al.*, 2016)..

A maturação é o processo onde a cerveja é mantida em descanso nos tanques fechados a uma temperatura de 0 °C (ou menos), durante 7 dias. Nesta etapa ocorre a separação dos levedos da cerveja, e algumas reações químicas que auxiliam no processo de estabilização do produto final.

Para o envase foi preparada uma calda de açúcar com 10 g de açúcar/ 1 litro de água, que serve para o fermento sedimentar e soltar gás carbônico. Foi adicionado cerca de 3 ml desta calda em cada garrafa com capacidade de 300 mL, previamente esterilizada com ácido peracético, e o engarrafamento foi feito manualmente.

Durante a permanência dentro da própria garrafa acontece a carbonatação, através da fermentação do açúcar residual presente na cerveja, por ação de leveduras remanescentes. Deixando aproximadamente de 10 a 15 dias em temperatura ambiente, a carbonatação é encerrada, sendo que a cerveja deve ser colocada por 4 dias na refrigeração.

3.4 Caracterizaçãoda cerveja de arroz

3.9.1. Análises físico-químicas

Os parâmetros físico-químicos analisados no malte de arroz após a secagem

foram: o teor de umidade, o odor, a velocidade de filtração (EBC, 2005) e a temperatura de gelatinização determinada por DSC.

A comparação entre as duas cervejas, foi feita através de comparação com objetivo de comparar a *JANDB* e a comercial, as duas Witbier.

3.9.2. Análise sensorial

Segundo o *Institute of Food Science and Technologists* - IFT, avaliação sensorial é uma disciplina científica usada para gerar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e materiais, conforme percebidos pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição.

Os resultados do teste sensorial são usados em várias aplicações importantes como, por exemplo, a medição de respostas, a mudanças nos ingredientes, os efeitos das mudanças no processo, a correlação entre mudanças no ingrediente e as preferências (CAMPBELL-PATT, 2015). Além das teorias de avaliação da percepção.

O método desenvolvido neste trabalho denominado de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é uma adaptação da Análise Descritiva Quantitativa desenvolvido por Stone e Sidel (1985), que permite descrever as principais características que compõem o produto, como: aparência, aroma, textura e sabor de um alimento, além de medir a intensidade das sensações percebidas.

4 Resultados e discussões

As análises realizadas de caracterização do malte e do produto final, tais como as análises físico-químicas e análise sensorial, foram realizadas na Faculdade de Química da PUCRS.

4.1 Caracterização do malte

As análises de caracterização do malte de arroz após a secagem resultam nos dados apresentados na Tabela 1.

A umidade reflete diretamente na qualidade do malte. Assim, cada 1% no aumento da umidade representa um aumento real de 1% no custo do insumo. Esse aumento se dá, entre outras variantes, devido à baixa eficiência dos grãos e maior consumo de energia (NOONAN, 2003).

Tabela 1 – Caracterização do malte de arroz após a secagem.

Malte de Arroz	
Umidade %	10 %
Odor	Normal
Velocidade de Filtração	Normal

A umidade reflete diretamente na qualidade do malte. Assim, cada 1% no aumento da umidade representa um aumento real de 1% no custo do insumo. Esse aumento se dá, entre outras variantes, devido à baixa eficiência dos grãos e maior consumo de energia (NOONAN, 2003).

O teor de umidade do malte foi de 10%, como demonstrado na Tabela 1. O valor foi elevado ao ser comparado às recomendações feitas na literatura, segundo Almeida e Silva (2005) umidade deve estar numa faixa de 4 a 6 %. O teor de umidade determinado esta um pouco acima podendo este fato estar relacionado ao armazenamento do malte após a secagem. Portanto, segundo a legislação brasileira nacional, através da Portaria 269/88 do MAPA, o valor limite de umidade para grãos é de 13%.

A velocidade de filtração foi considera normal durando aproximadamente 45 minutos. Significa que a casca do grão do arroz facilitou no processo. O odor é normal correspondeu ao do malte tipo *Ale* (EBC, 2005).

A temperatura de gelatinização do amido do arroz determinada pela análise por Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) encontrada foi de 62,85 °C, anexo 1. Segundo a Embrapa (2012), esta temperatura é considerada dentro dos padrões.

4.2 Produção da Cerveja

Durante o processo de mostura para que ocorresse a degradação inicial da proteína, foi necessário o ajuste de pH para 5,3. Verificou-se que uma faixa menor de pH auxilia na ação das enzimas mais hidrolíticas, melhorando na sacarificação do amido (MAYER *et al.*, 2014).

Um dos motivos da escolha do arroz IAS 12-9 Formosa foi devido a sua baixa temperatura de gelatinização e baixo teor de amilose. Mesmo assim, a liquefação do

malte durante a brasagem foi inconsistente e levou a retrogradação do amido. Uma das alternativas para romper esta ação foi a adição da enzima Termamyl® (Novozymes), que é composta pela α -amilase termoestável que hidrolisa ligações α -1,4 glucosídicas do amido gelatinizado em destrinas, além de ser estável ao calor e oferece liquefação consistente. Este procedimento resultou em um alto rendimento, menor viscosidade do mosto, e a não retrogradação do amido.

Com utilização da enzima Termamyl® que foi adicionada em 30 minutos de mostura, o mosto apresentou uma total sacarificação do amido, o que em testes anteriores não estava sendo possível.

Em relação ao processo de filtração, obtivemos uma rápida filtração comparando com as cervejas de malte de cerveja. O tempo de filtração foi de aproximadamente 40 min, onde em outros processos tem média de 60 min. Possivelmente devido à presença da casca do arroz, como também a baixa viscosidade apresentada pelo mosto.

No processo de fervura, os insumos adicionados como coentro, casca de laranja e camomila, apresentaram bons resultados, com uma fermentação ideal. Comprovando a síntese da β -amilase no malte, que é a enzima responsável pela presença de açúcares fermentáveis.

4.3 Teste de comparação

Esse teste compara uma cerveja comercial que segue a mesma receita que a produzida nesse trabalho. A cerveja Witbier comercial utiliza malte de cevada e de trigo para sua produção. As duas cervejas foram comparadas em alguns parâmetros físico-químicos, sendo que os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 2. Para a realização destas análises as amostras foram descarbonatadas, isto é, procedeu-se a remoção do CO₂, e filtradas para evitar a presença de algum material em suspensão.

Pode ser observado na Tabela 2, que as duas cervejas obtiveram valores de pH muito parecidos, sendo que as duas são de alta fermentação. Segundo Araújo *et al.* (2003), o malte de cevada clássico possui pH entre 4 e 5, e o pH das cervejas tipo ale (alta fermentação) varia entre 3 e 6. Essas diferenças de pH do produto final são consequências de fatores como: pH da água empregada no processo de elaboração da cerveja, tipo de lúpulo e de levedura e condições tempo e temperatura de mosturação (VENTURINI, 2005; OETTERER *et al.*, 2006).

Tabela 2 – Valores de comparação dos testes físico-químicos.

	JANDB	Comercial
	Witbier	Witbier
pH	5,3	5,2
Extrato primitivo	10,1 % m/m	NI
Densidade relativa	1,005 Gravity	NI
Teor de álcool	5,2 % vol.	4,9 % vol.
Acidez total	39 mg/L	23 mg/L
Açúcares redutores em maltose	5,3 %	2,4 %

*NI= não informado.

De acordo com a legislação do decreto n° 2.314, da lei n° 8.918, a cerveja é considerada uma cerveja leve, quando apresenta o teor de extrato primitivo menor que 10,5 % (m/m). Na Tabela 2, é observado que o valor esta dentro dos padrões de uma cerveja considerada leve. Não foi possível obter a informação da outra cerveja, por ela ser já comercial.

Através da análise de densidade relativa é possível ter o acompanhamento da fermentação alcoólica, sendo a maltose mais densa que o álcool, com a diminuição da densidade, conforme as leveduras consomem a maltose e as transformam em álcool (SOUZA, 2009). Pelos resultados obtidos, e comparados com a literatura, é possível ver a concordância dos resultados com os padrões segundo a legislação.

O álcool é proveniente da fermentação alcoólica do açúcar do mosto. O teor alcoólico ficou dentro dos padrões estabelecidos de ambas as cervejas. A cerveja de malte de arroz apresentou teor alcoólico 5,2 % vol. maior comparativamente a cerveja comercial.

A acidez se dá pela formação de ácidos durante a fermentação. As duas cervejas estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. A concentração de ácido acético na cerveja pode variar até 150 mg/L (ARAÚJO, 2003).

Pela análise feita de açúcares redutores em maltose, o resultado, entretanto de 5,3%, esta de acordo com o teor alcoólico de cervejas. Esse valor não pode ser superior

a 15 %, pois indicaria falha na fermentação e conseqüentemente teor alcoólico baixo.

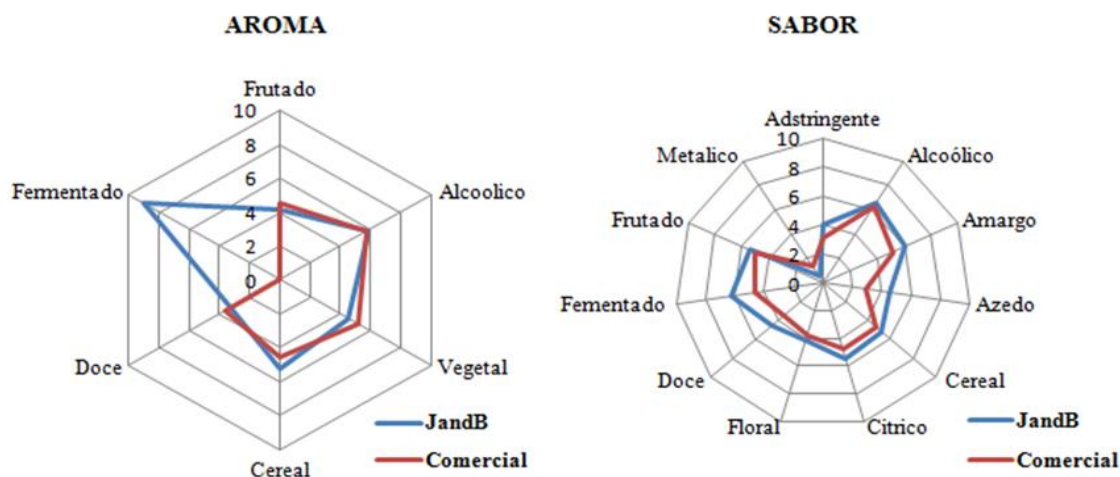
4.4 Análise sensorial

Os 14 voluntários para compor a equipe para avaliação sensorial foram recrutados entre estudantes, professores e funcionários da Faculdade de Química, PUCRS.

A análise sensorial descritiva qualitativa foi realizada nas cervejas de malte de arroz. A cerveja desenvolvida foi caracterizada por uma cor amarelo/alaranjado e com uma boa estabilidade de espuma, além de uma textura consideravelmente densa.

Os atributos de sabor e aroma estão representado em forma de gráfico aranha, Figura 5. Um dos objetivos da ADQ é identificar a presença de *Off-flavors* no produto final, que são os atributos sensoriais formados à partir de reações químicas ou microbiológicas nos processos de fabricação, envasamento, distribuição ou armazenamento da cerveja. Em geral quando as cervejas são comparadas, os atributos não demonstram a presença de *Off-flavors*, com exceção do fermento e de um pequeno azedo.

Figura 5 – Análise Descritiva Qualitativa do sabor e aroma.



Fonte: Autores.

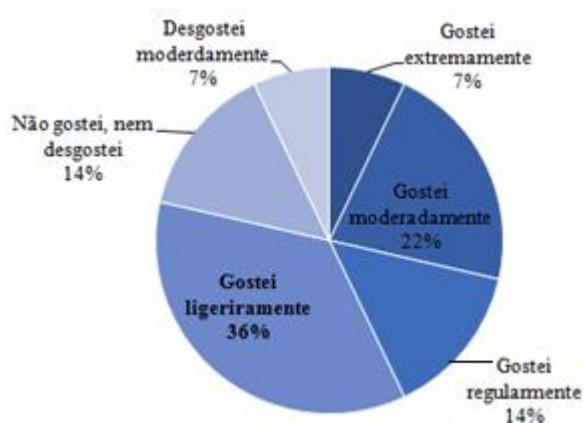
Em relação ao gosto e cheiro do fermento, é difícil definir exatamente qual foi o motivo, pois há muitos fatores que podem influenciar. Um dos principais fatores é o uso de cepa pouco floculante, além disso o tempo de decantação/maturação também pode

ser relacionado. Mas esse gosto pode ser uma característica positiva em alguns tipos de cerveja.

Conforme pode-se observar na Figura 5, o sabor azedo é pouco apresentado e possivelmente no caso da cerveja JANDB, é oriundo da casca de laranja, que foi adicionada durante o processo de fervura.

Pelo teste de aceitação, na Figura 6, é possível considerar uma aceitação moderada, onde o gosto de fermento foi enfatizado como elemento principal da nota atribuído pelos participante. Entretanto convém salientar que, embora seja a primeira cerveja 100 % de malte de arroz JANDB produzida, sendo alguns parâmetros paderiam ser ajustados segundo o interesse do público alvo.

Figura 6 – Aceitação da cerveja de malte de arroz.



Fonte: Autores.

5. Conclusão

Com os resultados obtidos nesse trabalho foi possível observar, pelas análises físico-químicas, a semelhança do malte produzido com o arroz e de cevada. No processo de produção da cerveja foi possível resolver os principais obstáculos, como a sacarificação incompleta do amido de arroz e o baixo teor de produtos de degradação de proteínas no malte de arroz. Como vantagem, casca de arroz facilitou no processo de filtração, trazendo um ótimo resultado para densidade e turbidez final do produto.

A JANDB apresentou resultados de aparência e textura muito bons, compatíveis com a cerveja comercial de referência, e boa estabilidade da espuma. Entretanto, pelas análises sensoriais constatou-se que algumas otimizações podem ser realizadas, como:

uso de diferentes fermentos, outros adjuntos e melhorias na germinação do malte.

Conclui-se que com pequenas modificações é possível a substituição do arroz pela cevada, contribuindo então para a expansão do mercado sem glúten.

Referências

ALMEIDA, J. B. S. **Tecnologia de bebidas: matéria prima, processamento, BPF / APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgard Blucher, p. 347-380, 2005.

ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. **Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.23, n.2, p.121-128, 2003.

ARAÚJO, H. M. C.; ARAÚJO, W. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; ZANDONADI, R. **Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida**. *Revista de Nutrição*, v. 23, n. 3, p. 467-474, 2010.

BOTELHO, B. G. **Perfil e teores de aminos bioativas e característica físico-químicas em cervejas**. 2009. 74 F. Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2009.

CAMPBELL-PATT, G. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Editora Manole, p. 548, 2015.

DONATI, P. **Tecnologia de fabricação de Malte: Uma Revisão**. 2011. 58 f. Trabalho de Conclusão de Graduação – Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

EBC - EUROPEAN BREWERY CONVENTION. **Analytica – EBC**. Zurique: Brauerei – und Getränke – Rundschau, 5° ed., 2005.

EL MUNDO. **Enun vaso: lacerveza**. Documentário: The HistoryChannel, 2005.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Indicação de Tipos Especiais de Arroz para Diversificação de Cultivo**. 2012. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/954892/1/Circular133.pdf>>. Acesso em 27 de outubro de 2016.

ENZIMAS. **Enzimas Catalisadoras de Reações Biológicas**. Disponível em: <http://insumos.com.br/funcionais_e_nutraceuticos/materias/86.pdf>. Acesso em 27 de outubro de 2016.

HAGER, A. S.; TAYLOR, J. P.; WATERS, D. M.; ARENDT, E. K. **Glutenfreebeer e a review.**Trends in Food Science & Technology, v. 36, p. 44-54, 2014.

MARTINI, B. L.; ETHUR, Z. L.; BOEIRA, M. D. **Desinfestação de Semente de Arroz para Germinação em Meio de Cultura.**Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 3, n. 2, 2011.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Arroz.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz/saiba-mais>>. Acesso em 2 de abril de 2016.

MAYER, H.; MARCONI, O.; REGNICOLI, G. F.; PERRETTI, G.; FANTOZZI, P. **Production of a saccharifying rice malt for brewing using different rice varieties and malting parameters.**Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 62, p. 5369-5377, 2014.

NAVES, M. M. V. **Características químicas e nutricionais do arroz.**Curitiba: B.CEPPA, v. 25, n. 1, p. 51-60, 2007.

NOONAN, G. J. **New Brewing Lager Beer: The Most Comprehensive Book for Home and Microbrewers.** Brewers Publications, 2° ed., 2003.

OETTERER, M.; REGINATO-d'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos.** São Paulo: Manole, p. 605, 2006.

OWADES, J.L. **Preparation of non-alcoholic malt beverage.**United States Patent 5120557, 1992.

PICCINI, A. R.; MORESCO, C.; MUNHOS, L. **Fluxograma.** Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcerea/cerveja/fluxo.htm>>. Acesso em 2 de abril de 2016.

PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. **Handbook of Brewing.**Boca Raton: Taylor & Francis, 2° ed., p. 853, 2006.

REINOLD, M. R. **Manual prático de cervejaria.** São Paulo: Aden, p. 214, 1997.

RUSSELL, I.; STEWART, G. G. Brewing. In: REHM, H. J.; REED, G.; PÜHLER, A.; STADLER, P.A **Multivolume Comprehensive Treatise.**Enzymes, Biomass, Food and Feed, 2° ed., p.419-462, 1995.

SILVA, D. P. **Produção e avaliação sensorial de cerveja obtida a partir de mostos com elevadas concentrações de açúcares.** 2005. 175 f. São Paulo. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Química de Lorena, São Paulo, 2005.

SLEIMAN, M.; VENTURINI, F. W.G.; DUCATTI, C.; NOJIMOTO, T. **Determinação**

do percentual de malte e adjuntos em cervejas comerciais brasileiras através de análise isotópica. Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n.1, p. 163-172, 2010.

SOUZA, J. L. L.; SANTOS, M. A. Z.; ANTUNES, P. L.; DIAS, A. R. G.; SCHIRMER, M. A. **Mosturação para cerveja com malte e farinha de arroz associados ao malte de cevada.** Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 2008.

SOUSA, W. J. B. **Análise físico-química de cervejas.**2009. 56 f. Paraíba. Título de Graduação, Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba,2009.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices.** London: Academic Press, p. 311, 1985.

VEITH, K. N. **Evaluation of four sorghum hybrids through the development of gluten-free beer.**Food Science Institute, Grain Science and Industry, p. 1-184, 2009.

VENTURINI, G. **Tecnologia de bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado.** São Paulo, 2005.

ANEXO

Anexo 1- Temperatura de gelatinização do malte de arroz seco (DSC).

