

**PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL ELABORADA COM POLPA DE UMBU
(*Spondias tuberosa*) DESIDRATADA**

**ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ELABORADA CON PULPA DE
UMBU DESHIDRATADA (*Spondias tuberosa*)**

**PRODUCTION OF ARTISAN BEER MADE WITH DEHYDRATED UMBU PULP
(*Spondias tuberosa*)**

Werly Felix Moreira¹; Amanda Rodrigues Santos²; Maria Lays dos Santos³; Maycon Fagundes Teixeira Reis⁴;
Danilo Santos Souza⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0165>

RESUMO

A cerveja é oriunda da fermentação alcoólica de cereais maltados (trigo, cevada, centeio e milho), água, lúpulo e leveduras. Utilização de frutas na formulação de cerveja agrega doçura residual, aroma e sabor cítrico e característico. O presente trabalho tem como objetivo a produção de cerveja artesanal elaborada com polpa de umbu (*Spondias tuberosa*) desidratada. Após colhido, o umbu passou por uma seleção visual, através da integridade física, coloração e tamanho. Foram elaboradas quatro formulações de cerveja, sendo uma isenta (controle) e outras três formulações contendo 0,4%, 0,8% e 1,2% de polpa de umbu. Com base nos resultados obtidos da polpa do umbu *in natura*, observa-se que a umidade foi de 89,25%, os sólidos solúveis totais (SST) 9,90°Brix, a acidez total titulável (ATT) do umbu em relação ao ácido cítrico 2,39% e umidade em torno de 6,0% Ubu. Nas cervejas com adição de diferentes concentrações de umbu, observou-se que, quanto maior a adição de polpa menor o pH com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. O tratamento controle (0%) apresentou o SST menor em relação aos outros tratamentos. Os tratamentos com adição de polpa apresentaram diferença significativa em relação ao tratamento 0,4%, porém tiveram valores similares, de 5,9 e 6 para os tratamentos com 0,8% e 1,2% de polpa, respectivamente. Em relação a ATT, todos os tratamentos apresentaram igualdade significativa a $p < 0,05$. Já para os teores alcoólicos, todos os tratamentos obtiveram diferença significativa a $p < 0,05$, exceto os tratamentos 0,8% e 1,2% que não se diferenciaram entre si. Em relação as coordenadas da coloração da cerveja, a coordenada L* não obtiveram diferença significativa a $p < 0,05$, não havendo diferença nos aspectos de luminosidade. Para coordenada a* e b* não obtiveram diferença significativa entre si a $p < 0,05$, representando uma tendência mais para o vermelho e azul, respectivamente. No geral o aumento da concentração de umbu durante a maturação, não promoveu alterações na coloração da cerveja. A cerveja apresentou diferenças entre os tratamento (0% controle, 4%, 8% e 12%), em relação ao pH com valores de 3,9, 3,4, 3,2 e 3,1, °Brix com 5,1, 5,9, 6,0 e 6,0 e o teor alcoólico com 4,3, 3,6, 3,3 e 3,3, à medida que aumentou a concentração de umbu. Em relação a ATT e a coloração não houve diferença entre si. A utilização do umbu na fabricação da cerveja, é viável para aplicação do fruto, gerando oportunidade de renda para os fabricantes de cerveja e a população sertaneja.

Palavras-Chave: Cerveja artesanal; fermentação; Umbu desidratado.

¹ Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, moreira08@academico.ufs.br

² Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, amanda98@academico.ufs.br

³ Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, santosmarialays@academico.ufs.br

⁴ Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, mayconreis@academico.ufs.br

⁵ Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, daniloss@academico.ufs.br

RESUMEN

La cerveza procede de la fermentación alcohólica de cereales malteados (trigo, cebada, centeno y maíz), agua, lúpulo y levadura. El uso de frutas en la formulación de cerveza agrega dulzura residual, aroma y sabor cítrico y característico. El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración de cerveza artesanal elaborada con pulpa deshidratada de umbu (*Spondias tuberosa*). Después de la cosecha, el umbu se sometió a una selección visual, a través de la integridad física, el color y el tamaño. Se prepararon cuatro formulaciones de cerveza, una libre (control) y las otras tres formulaciones con 0,4%, 0,8% y 1,2% de pulpa de umbu. En base a los resultados obtenidos de la pulpa de umbu in natura se observa que la humedad fue de 89.25%, los sólidos solubles totales (TSS) 9.90°Brix, la acidez titulable total (TTA) del umbu en relación al ácido cítrico 2.39 % y humedad alrededor de 6.0% Ubu. En cervezas con la adición de diferentes concentraciones de umbu, se observó que a mayor adición de pulpa, menor pH, con diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos. El tratamiento de control (0%) tuvo la SST más baja en comparación con los otros tratamientos. Los tratamientos con adición de pulpa presentaron diferencia significativa en relación al tratamiento con 0,4%, pero tuvieron valores similares, 5,9 y 6 para los tratamientos con 0,8% y 1,2% de pulpa, respectivamente. Con respecto a ATT, todos los tratamientos mostraron igualdad significativa a $p < 0.05$. En cuanto al contenido de alcohol, todos los tratamientos presentaron diferencia significativa a $p < 0,05$, excepto los tratamientos 0,8% y 1,2%, que no difirieron entre sí. En relación a las coordenadas del color de la cerveza, la coordenada L^* no obtuvo diferencia significativa a $p < 0,05$, sin diferencia en los aspectos de luminosidad. Para las coordenadas a^* y b^* no obtuvieron diferencia significativa entre ellas a $p < 0,05$, representando una tendencia más hacia el rojo y el azul, respectivamente. En general, el aumento en la concentración de umbu durante la maduración no cambió el color de la cerveza. La cerveza presentó diferencias entre tratamientos (0% testigo, 4%, 8% y 12%), en relación al pH con valores de 3.9, 3.4, 3.2 y 3.1, °Brix con 5, 1, 5.9, 6.0 y 6.0 y el grado alcohólico con 4.3, 3.6, 3.3 y 3.3, conforme aumentó la concentración de umbu. En relación a ATT y tinción, no hubo diferencia entre ellos. El uso del umbu en la elaboración de cerveza es factible para la aplicación de la fruta, generando oportunidades de ingresos para los cerveceros y la población rural.

Palabras Clave: Cerveza artesanal; fermentación; umbú deshidratado.

ABSTRACT

Beer comes from the alcoholic fermentation of malted cereals (wheat, barley, rye and corn), water, hops and yeast. Use of fruits in beer formulation adds residual sweetness, citric and characteristic aroma and flavor. The objective of this work is the production of craft beer made with dehydrated umbu (*Spondias tuberosa*) pulp. After harvesting, the umbu underwent a visual selection, through physical integrity, color and size. Four beer formulations were prepared, one free (control) and the other three formulations containing 0.4%, 0.8% and 1.2% of umbu pulp. Based on the results obtained from the pulp of umbu in natura, it is observed that the moisture was 89.25%, the total soluble solids (TSS) 9.90°Brix, the total titratable acidity (TTA) of the umbu in relation to citric acid 2.39% and moisture around 6.0% Ubu. In beers with the addition of different concentrations of umbu, it was observed that the greater the addition of pulp, the lower the pH, with significant differences ($p < 0.05$) between treatments. The control treatment (0%) had the lowest SST compared to the other treatments. The treatments with the addition of pulp showed a significant difference in relation to the 0.4% treatment, but had similar values, 5.9 and 6 for the treatments with 0.8% and 1.2% of pulp, respectively. Regarding ATT, all treatments showed significant equality at $p < 0.05$. As for alcohol content, all treatments showed a significant difference at $p < 0.05$, except for treatments 0.8% and 1.2%, which did not differ between themselves. In relation to the coordinates of the color of the beer, the L^* coordinate did not obtain a significant difference at $p < 0.05$, with no difference in the aspects of luminosity. For coordinates a^* and b^* , they did not obtain a significant difference between them at $p < 0.05$, representing a tendency more towards red and blue, respectively. In general, the increase in umbu concentration during maturation did not change the color of the beer. Beer showed differences between treatments (0% control, 4%, 8% and 12%), in relation to pH with values of 3.9, 3.4, 3.2 and 3.1, °Brix with 5, 1, 5.9, 6.0 and 6.0 and the alcohol content with 4.3, 3.6, 3.3 and 3.3, as the concentration of umbu increased. In relation to ATT and staining, there was no difference between them. The use of umbu in the manufacture of beer is feasible for the application of the fruit, generating income opportunities for brewers and the backcountry population.

Keywords: Craft beer; fermentation; dehydrated umbu.

INTRODUÇÃO

A cerveja é uma das bebidas mais presentes nas tradições humanas. Conforme a legislação brasileira art. 36 do decreto nº 6.871, de 2009, denomina a cerveja como uma bebida resultante da fermentação alcoólica, a partir da levedura cervejeira do mosto de cevada maltada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo. Hipótese, em que uma parte da cevada maltada ou do extrato de malte, poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro (BRASIL, 2019).

A qualidade da cerveja é influenciada diretamente pela qualidade da matéria prima, ou seja, quanto melhor a qualidade das matérias primas melhor será a cerveja (SIDOOSKI, 2011). Pela lei da pureza alemã, as cervejas deveriam conter apenas malte de cevada, lúpulo, água e levedura. Todavia, a cerveja é uma bebida muito versátil possibilitando uma variação dos ingredientes utilizados. A proporção de ingredientes utilizados, a maltagem do cereal, o lúpulo utilizado, o tipo de fermentação, a duração das etapas do processo, bem como o processo de envase, caracterizam uma grande diversidade de cervejas (MORADO, 2009).

Existem dois grandes grupos de cervejas, as de alta fermentação (*ale*), e as cervejas de baixa fermentação (*lager*). Além do tipo de fermentação, o teor alcoólico também se coloca como uma característica importante no qual difere os tipos de cerveja. As cervejas “lagers” fermentam em baixas temperaturas, em torno de 10°C, utilizando a levedura *Saccharomyces uvarum* no processo de baixa fermentação. Apresentam teores alcoólicos superiores às cervejas tipo “ale”, possuem notas muito ou nada frutadas, tendo aromas e sabores de cereais e lúpulo. As cervejas tipo “ale” fermentam em temperaturas mais altas que as *lager*, em torno de 20° C, apresentando um processo de alta fermentação com uso da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Tem-se o nome de alta fermentação devido à tendência que a levedura apresenta em ficar suspenso no mosto durante a etapa da fermentação, estes tipos de cervejas apresentam aromas e sabores bem complexos, com notas frutadas (SIDOOSKI, 2011).

As cervejas artesanais possuem seus diferenciais seja na cor, sabor e aromas, que por sua vez, representam uma determinada região onde é produzida. Boa parte das cervejas artesanais utilizam polpa ou concentrado de vegetais para agregar um sabor diferenciado (BATISTA et al., 2015).

O bioma caatinga no Nordeste desfruta de uma planta denominada umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) é uma espécie arbórea que pode atingir 7 m de altura (CAVALCANTI, et al., 2006) e copa com diâmetro variando entre 10 e 15 m (BRAGA 1960; CAVALCANTI et al., 2006).

No semiárido brasileiro, o umbuzeiro é um símbolo da região Semiárida Brasileira (SAB). Sua produção concentra-se no período chuvoso, principalmente entre os meses de março

e junho, variando com o local e sua respectiva distribuição de chuvas. Do início da frutificação até a maturação dos frutos, são cerca de 125 dias. Os frutos são do tipo drupa, variando entre arredondados, ovóides e oblongos (Neves e Carvalho 2005), podendo ou não ter pelos, e o endocarpo, também conhecido como caroço, envolve a semente. A superfície dos frutos pode ser lisa ou apresentar 4 a 5 pequenas protuberâncias em sua porção distal. O peso médio do fruto é de 18,4 g (Santos 1997), sendo que, em média, a casca corresponde a 22 % do peso total do fruto, a polpa a 68 % e a semente, 10 % (SILVA et al., 1987; MENDES 1990; NEVES E CARVALHO 2005).

O umbu é um fruto rico em vitamina C, com conteúdo superior a 50 mg/100 g de polpa. Ele contém substâncias biologicamente ativas que podem contribuir para uma dieta saudável, entre elas clorofila, carotenóides, flavonóides e outros compostos fenólicos. Além disso, pode ser considerado um fruto com ótimo potencial antioxidante natural (DANTAS JUNIOR 2008). Podendo ser uma excelente alternativa para utilização no processo de fabricação e saborização de cervejas artesanais com características da região.

O objetivo do trabalho é desenvolver uma cerveja artesanal, com adição de polpa de umbu (*Spondias tuberosa*) desidratada no processo de fabricação.

REFERENCIAL TEÓRICO

Por volta de 10.000 a 8.000 a.C, tem-se os primeiros relatos da existência de cerveja. Estudiosos e historiadores, falam que os povos deixaram de ser nômades para plantar cevada e produzir a bebida. A produção era bastante valiosa, tinha uma grande importância para a economia, os povos egípcios que dominavam a fabricação da cerveja faziam dela uma moeda de troca, em 1516, foi criada pelo Duque Guilherme IV da Bavária, a lei Reinheitsgebot, que normatizava a produção de cerveja apenas as matérias-primas: cevada, água e lúpulo (SLOMP et al., 2014).

A cerveja no Brasil, chegou no século XVII a partir dos holandeses, através da Companhia das Índias Orientais. A primeira instalação de uma cervejaria foi em 1640 na cidade de Recife, por intermédio do conde Maurício de Nassau. No ano de 1836, a produção e comercialização de cerveja teve seu primeiro documento conhecido, no jornal do comércio do Rio de Janeiro, apesar da pouca fabricação, a produção teve um grande aumento entre os anos de 1860 e 1870, que se estendeu até a primeira guerra mundial. Nos tempos de conflitos ocasionou-se a interrupção do abastecimento da cevada e do lúpulo alemão e austríaco, com isso, trouxe como alternativa a essas matérias-primas a utilização de outros tipos de cereais como o milho, trigo e o arroz (VASCONCELOS, 2019).

O crescimento do mercado cervejeiro no Brasil está ligado às áreas de concentração de imigrantes alemães, com suas habilidades industriais, formaram os primeiros grupos de empresários e mercado consumidor da bebida, assim, cerca da metade de sua produção de cerveja era consumida pelos próprios trabalhadores da colônia. Só a partir dos anos 30, o conceito de marca para a indústria cervejeira passa a ser estabelecido (VASCONCELOS, 2019).

As cervejas artesanais possuem maior quantidade de malte por hectolitro, por esse fato são classificadas com “cervejas premium” ou “cervejas especiais”, sendo produzidas em pequenas quantidades (VASCONCELOS, 2019). O mercado de cervejas artesanal está em crescimento no setor de indústrias de bebidas, e sua popularidade vem afetando as preferências das pessoas e as tendências de consumo. O desenvolvimento de produtos inovadores em países com mercado competitivos, traz para os consumidores de cerveja produtos alternativos e diversificados (TOZETTO, 2017).

O setor de cerveja artesanal no Brasil é recente, no ano de 2013 havia registrado apenas 195 cervejarias artesanais, já em 2018 teve um aumento bastante significativo no setor chegando até 889 registros, tendo os estados de Rio Grande do Sul, São Paulo, e Minas Gerais com grande concentração de crescimento no setor (SANTOS *et al.*, 2019).

Diversos aspectos estão relacionados com a escolha do consumidor pelo produto artesanal, entre eles estão o seu sabor diferenciado em relação ao produto industrializado. Portanto, os degustadores e provadores desses produtos artesanais estão a procura em apreciar novos aromas e sabores (TOZETTO, 2017).

A água tem maior proporção como matéria-prima aproximadamente 93% da formulação, através dela é possível replicar características específicas de cada região na produção da cerveja. A água mais utilizada na fabricação é livre de cloro (água mineral), sendo possível também a utilização de água da rede de distribuição, entretanto, deve-se realizar a retirada do cloro e outros compostos orgânicos. Um dos principais parâmetros relacionado a água cervejeira é o pH (potencial hidrogeniônico), sendo possível quantificar a quantidade de H⁺ e OH⁻. O pH adequado irá fornecer uma melhor atuação das enzimas na produção do mosto, solubilizar componentes de amargor do lúpulo e auxiliar na solubilização proteica, dependendo das enzimas que irão atuar na hidrólise dos compostos dos grãos o pH ideal fica em torno de 5,2 a 5,5 (SLOMP *et al.*, 2014).

Em relação a dureza, a água com teores elevados de sulfato de cálcio, está relacionado a cervejas amargas, já a produção de cerveja tipo Pilsen é necessária a utilização de água mole, isto é, pobre em cálcio e magnésio. O controle é importante, pois um pH alcalino poderá ocorrer dissolução de materiais existentes no malte e nas cascas dos cereais, que não são desejáveis no

processamento. Sendo ideal que o pH seja ácido, pois facilita a atividade enzimática, aumentando o rendimento de maltose e maior teor alcoólico (TOZETTO, 2017).

Para a produção da cerveja, a cevada necessita passar por um processo de conservação do amido que está presente no endosperma, esse processo é chamado de malteação, que é dividido em três fases: a maceração, a germinação e a secagem. Os grãos germinam em maltarias, sobre condições de ambiente controlado, com a finalidade de produzir enzimas utilizadas na conservação das matérias-primas presentes no mosto cervejeiro (TOZETTO, 2017). A malteação é um processo com a finalidade de umedecer os grãos, até chegarem próximo da germinação, para que as enzimas que são produzidas pelo embrião possam quebrar parcialmente o amido e as proteínas presentes no cereal, sendo que, a intensidade dessa quebra irá influenciar diretamente na formação de aroma e sabor do malte (VASCONCELOS, 2019).

De acordo com a quantidade utilizado e seus efeitos que proporcionam à cerveja, o malte é classificado em duas categorias, podendo ser de base ou especiais (VASCONCELOS, 2019). Os maltes bases são os mais utilizados na fabricação da cerveja, por ter maior concentração enzimática, em quantidades apropriadas para que possa conservar os amidos e as demais substâncias presentes no grão, sendo estes maltes de suma importância por conta da maior concentração enzimática que irá realizar as transformações para a produção do mosto cervejeiro. Os maltes bases são relativamente mais claros e possuem baixo teor de complexidade aromática. Os maltes especiais são aqueles produzidos e formulados com intuito de agregar outras características como: cor, aroma, sabor, corpo, formação/retenção de colarinho, ajuste de pH, acidificação do mosto, enzimas distintas das que são encontradas nos maltes bases e entre outras. Sendo maltes de baixa ou nenhuma concentração enzimática (SLOMP *et al.*, 2014).

O malte é o principal ingrediente que irá fornecer fonte de carbono da bebida, que proporcionará o sabor, a cor e atua na formação de espuma. Além disso, disponibiliza enzimas necessárias que ajudam a quebra das grandes cadeias de polímeros, sendo os amidos e as proteínas presentes no malte, com isso, dão origem aos açúcares fermentescíveis e dextrinas que proporcionaram as características e o dulçor da cerveja (TOZETTO, 2017).

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma planta que faz parte da família da Cannabaceae, sua produção é quase exclusivamente destinada a fabricação de cervejas. Aproximadamente 97% da plantação mundial é designada a indústria cervejeira (PAYÁ *et al.*, 2019). A substância obtida do lúpulo que é utilizada na produção da cerveja e a lupulina, sendo encontrada na parte feminina da flor (BORTOLI *et al.*, 2013). A forma mais utilizada do lúpulo é em pellets, que são pequenas pelotas de flores prensadas, portanto, nessa forma é possível reduzir o seu volume

o que permitirá um melhor transporte e ao mesmo tempo mantem suas características originais. As resinas e os óleos essenciais presentes no lúpulo conferem no sabor amargo e no aroma característico da bebida (MEGA *et al.*, 2011)

Existe três tipos de cultivares de lúpulo destinado a produção cervejeira, que são classificados de acordo com o percentual da alfa ácidos que está presente em sua composição: amargo (bitter) que possuem percentuais entre 12% e 17%, aroma que tem faixa de 4% e 7% e mistas (flavours) que são desenvolvidas de modo que possuam alta carga de alfa ácidos aliado a um componente aromático que lhe diferencie das demais cultivares (VASCONCELOS, 2019). Durante a fervura do mosto são extraídos através de transformações e interações com outros constituintes os compostos do amargor do lúpulo (SLOMP *et al.*, 2014).

O lúpulo é o último ingrediente a ser dosado e incorporado no processo da produção de cerveja. Durante o processo do mosto, quando está quase pronto é adicionado o lúpulo de amargor, e quando o processo do mosto é finalizado adiciona-se o lúpulo aromatizante. Em razão da presença das humulonas presente no lúpulo, tem-se um efeito bacteriostático (RABELLO, 2009).

As leveduras são classificadas como fungos, e normalmente apresentam-se na forma unicelular, geralmente se reproduzem por brotamento. Atualmente são de grande importância para os processos fermentativos, visando a elaboração de diferentes produtos e pode-se obter enzimas, vitaminas, proteínas gorduras e entre outros compostos, a partir de sua atividade metabólica. As leveduras do gênero *Saccharomyces* engloba várias espécies que são capazes de produzir os metabólicos de importância na cerveja. De acordo com suas características as cepas são divididas em duas categorias, são as leveduras do tipo Ale e as Lagers (SLOMP *et al.*, 2014).

As leveduras do tipo Ale são cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, que proporcionam para a produção da cervejeira uma alta fermentação, com temperaturas entre 18 e 22 °C, com tempo de duração que varia de 3 a 5 dias. As leveduras do tipo Lager são cepas de *Saccharomyces uvarum*, que proporciona para a fabricação da cerveja uma baixa fermentação, com temperaturas entre 7 e 15 °C, com tempo de duração que varia entre 7 a 10 dias (BORTOLI *et al.*, 2013).

As leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, são geralmente utilizadas na transformação da matéria-prima em álcool, a partir da fermentação alcoólica, para que a fermentação ocorra com sucesso, é necessária que seja misturado ao mosto uma quantidade de leveduras adequada, para que possa converter os açúcares presente em álcool e gás carbônico, assim, é possível produzir a partir da fermentação do açúcares fermentescíveis álcool, gás

carbônico, energia na forma de ATP e calor, desde que, ocorra em condições metabólicas adequada. O processo de fermentação ocorre a partir do consumo dos açúcares fermentescíveis, como a maltose, glicose, frutose, galactose, maltotriose e a 23 manose, tendo como principal produto formado a partir da degradação desses açúcares o etanol. Devido a presença dos ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação, há uma diminuição do pH de pelo menos uma unidade, ao final do processo o pH da cerveja varia entre 4,3 a 4,6 (TOZETTO, 2017).

Os ingredientes básicos na fabricação da cerveja são os açúcares, sendo eles, o alimento das leveduras enquanto ocorre a fermentação. Para obter esses açúcares os cereais passam por o processo de maltagem, que é a transformação do cereal em malte, para que ocorra a ativação das enzimas que iram transformar os amidos presentes nos grãos em açúcares (MORADO, 2017).

O processo de brassagem consiste em uma sequência de etapas na transformação do amido contido no malte, em uma solução de açúcares denominado mosto. Durante o processo de brassagem, ocorre transferência de proteínas e outras substâncias presente no malte para o mosto (MORADO, 2017). No processo é necessária adaptar ao tipo de mosto, o tipo de cerveja fabricada, as matérias-primas e ao tipo de equipamentos utilizados na brassagem (JUNIOR et al., 2009).

O processo é feito em tanques, onde são misturados o malte e água com temperatura em torno de 38 a 50°C, com o objetivo de formar uma pasta homogênea. A temperatura da mistura é elevada gradualmente, aproximadamente 1°C por minuto, porém a temperatura deverá ficar abaixo o ponto de ebulição (65 a 70°C), e seu rendimento é influenciado por vários fatores, por exemplo; a qualidade do malte, a composição química da água utilizada no processo, a relação do tempo e a temperatura e entre outros fatores (JUNIOR et al., 2009)

A maturação consiste na mistura do malte já moído com a água cervejeira, sendo empregado durante o processo um controle rigoroso de tempo e temperatura, com a finalidade de favorecer as reações bioquímicas que são de extrema importância durante o processo (TOZETTO, 2017). Obtendo-se a partir da maturação uma mistura adocicada denominado mosto.

De acordo com Morado (2017), cada tipo de cerveja utiliza rampas de temperaturas diferentes, que lhe darão características específicas.

Ativação enzimática (entre 40°C e 45°C): nesta etapa os grãos de amido começam a se solubilizar, e as enzimas contidas no malte começam a entrar em solução. Algumas dessas enzimas, como as betaglucanases e outras celulasas, possuem certa ação nessa faixa de temperatura, o que irá facilitar a solubilização futura do amido. Repouso proteolítico (entre

50°C e 55°C): é a etapa em que se dá a quebra de algumas proteínas do malte, formando proteínas menores (os peptídeos) e mesmo aminoácidos. Nessa faixa de temperatura é possível regular a espuma e o brilho da cerveja. Como os grãos de amido inicialmente estão envoltos em uma malha que contém proteínas, a ação das enzimas proteolíticas pode favorecer a exposição do amido ao ataque das enzimas de sacarificação. Repouso de sacarificação (entre 60°C e 72°C): existem dois tipos principais de enzimas nesta etapa. São a alfa-amilase e a beta-amilase. Cada uma delas atua de modo diferente na estrutura do amido e tem temperaturas ótimas situadas em pontos diferentes. Regulando a atuação dessas duas enzimas, o cervejeiro consegue determinar o corpo da cerveja. Inativação enzimática (entre 76°C e 78°C): após o trabalho das enzimas de sacarificação é necessário cessar sua atividade para estabilizar o resultado desejado, impedindo que continuem a atuar durante a filtração do mosto. A essa temperatura as enzimas modificam-se, perdem as características originais e tornam-se inativas. (MORADO, 2017, p. 164)

A ocorrência da interação entre o pH e a temperatura, é importante para controlar a degradação do amido e das proteínas. A partir da mosturação é possível obter a extração de 65% dos sólidos totais para a fermentação da cerveja (VIEIRA *et al.*, 2009).

A filtração compreende-se na separação do mosto líquido do bagaço do malte, essa separação pode ser feita de duas formas básicas: em filtro de placas e em tina de clarificação (TOZETTO, 2017). O bagaço do malte, oriundo dessa separação pode ser aproveitado para produção de ração animal, ou por ter um alto valor nutritivo e teor em fibras, quando acrescido de outros componentes como, como leveduras, depósitos proteicos e resíduos de cereais pode ser utilizado na melhoria de alimentos para o consumo humano (VIEIRA *et al.*, 2009).

Na filtração do mosto em de placas, é utilizadas câmeras verticais que são formadas por placas intercaladas com telas de material plástico termo resistente, com malha fina, permitindo assim um bom rendimento, porém com menor flexibilidade de produção em relação as tinas de clarificação. A filtração do mosto com a utilização de tina de classificação, utiliza-se uma espécie de peneira com fundo falso, que serve como forma de sustentação para o elemento filtrante, que consiste nas cascas do malte, com isso esse tipo de filtragem necessita que a moagem do grão seja feita em rolos, com a finalidade de preservar a casca (TOZETTO, 2017). Na filtração do mosto segundo Bortoli *et al.*, 2013), “Após a separação das partes, a camada filtrante é lavada com certa quantidade de água (denominada água secundária) a 75°C, visando aumentar a extração de açúcares remanescentes na casca”.

O processo de fervura consiste no aquecimento do mosto, com o objetivo de estabilizar nos aspectos biológico, bioquímico e coloidal, além de estabelecer as principais características

do sabor e aroma da cerveja. A alta intensidade da fervura é responsável por eliminar os microrganismos que disputariam os nutrientes com as leveduras, além disso, devido a caramelização e a reação com os açúcares e aminoácidos presentes no mosto, ocorre a definição da cor e do sabor do produto (MORADO, 2017). A temperatura de 100°C, durante o processo de fervura do mosto com o lúpulo estabiliza sua composição e por causa da coagulação das proteínas, que se precipitam em flocos, ocorre a inativação das amilases e proteases (JUNIOR *et al.*, 2009).

A adição do lúpulo durante a fervura para estabilizar o mosto e agregar sabor de amargor a cerveja ocorre de forma gradativa, muitas das vezes adiciona-se no início e no final da fervura. Quando se deseja obter uma cerveja mais aromática, é necessário que o lúpulo seja adicionado no final, pois os óleos essenciais são voláteis e evaporam em altas temperaturas (BORTOLI *et al.*, 2013).

Também são formados durante o processamento de fervura, os aldeídos que são aromas indesejáveis na cerveja, assim, a alta intensidade e uma boa exaustão dos vapores durante a fervura, são importantes para evitar que esses aromas indesejáveis retornem ao mosto (MORADO, 2017).

Após o processo de fervura, é necessário separar o material sólido em suspensão do mosto, chamado de trub, por filtração ou decantação (BORTOLI *et al.*, 2013). A temperatura final do mosto precisa estar em torno de 10°C no início da fermentação, aerar o mosto de maneira estéril e com um conteúdo correto de oxigênio. Essa fase é de grande importância para a continuidade da fabricação em todas as demais fases, no sentido dos aspectos microbiológicos envolvidos (JUNIOR *et al.*, 2009).

O resfriamento do mosto deve ser de forma rápida, para impedir a formação de aromas indesejáveis e evitar o risco de contaminação por microrganismos patogênicos ou deteriorantes (MORADO, 2017).

A fermentação consiste na biotransformação de açúcares em gás carbônico (CO₂) e etanol (C₂H₆O), pelas leveduras em ambiente anaeróbico. São formados durante esse processo aromas desejáveis e indesejáveis, como subproduto do metabolismo das leveduras. Os fatores ligados a esses aromas são: a temperatura de fermentação, a duração, a contrapressão (pressão do ar dentro do tanque), a escolha adequada da levedura e sua quantidade (MORADO, 2017).

Existem duas espécies de leveduras utilizadas na fermentação da cerveja, *Saccharomyces cerevisiae* e a *Saccharomyces uvarum*. Na produção de cervejas tipo Ale, acontece a fermentação de alta, em temperatura entre 18 e 22 °C com duração de 3 a 5 dias, a partir da *Saccharomyces cerevisiae*. Já a produção de cervejas tipo Lager, se dá a partir da

fermentação baixa, em temperatura entre 7 e 15°C com duração de 7 a 10 dias, a partir da *Saccharomyces uvarum* (BORTOLI et al., 2013). A substância diacetil é de grande importância na formação e eliminação de aromas, uma alta concentração dessa substância revela um aroma de manteiga rançosa. Porém ao final da fermentação, o diacetil é reabsorvido pela levedura. Ao término da fermentação, a levedura flocula, sedimentando-se (Lager) ou flutuando (Ale), dependendo da variedade (MORADO, 2017).

A maturação inicia após a retirada das leveduras, durante essa etapa ocorrem as reações físico-química que delimitam o aspecto visual da cerveja e conferem alguns aromas e sabores. Podendo ser adicionado especiarias, frutas, lascas de madeira e entre outros ingredientes que acrescentem aromas a cerveja (MORADO, 2017). Ocorre em baixas temperaturas, entre 0 e 3°C, a depender do tipo da cerveja que está sendo fabricada a maturação pode levar semanas ou até meses, para o término da maturação (BORTOLI et al., 2013).

O objetivo principal da maturação é estabilizar o diacetil (composto formado durante a fermentação), clarificar a cerveja a partir da sedimentação de células das leveduras e proteínas, proporcionar a carbonização e melhorar o odor e sabor, pela redução do acetaldeído e ácido sulfídrico (BORTOLI et al., 2013).

A filtração tem como finalidade dar um acabamento brilhante a cerveja, a partir da eliminação das leveduras que ainda restem no final da maturação. Para reduzir a quantidade de células suspensas e aumentar a eficiência do processo de filtração é utilizado centrífugas antes do processo (MORADO, 2017).

Após a maturação, a cerveja pode expressar um conteúdo de gás carbônico abaixo do desejado. Assim, logo após a filtração ou nos tanques de armazenamento é possível corrigir injetando CO₂ na bebida (MORADO, 2017).

O consumo de cerveja artesanal não está ligado e não tem preocupações com o preço dos seus produtos, mas sim com a qualidade agregada ao produto, podendo ser a partir dos seus ingredientes ou na forma de fabricação. A utilização de frutas na fabricação da bebida vem crescendo no mercado mundial, está diretamente ligado em agregar qualidade a cerveja por possuir um sabor frutado e sabor específico da fruta utilizada (BARBOSA, 2019).

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) é uma espécie do gênero *Spondias*, pertence à família Anacardiaceae, nativa do Semiárido brasileiro. É de grande importância para o Bioma Caatinga, pois além de sobreviver sob as condições hostis do clima semiárido, consegue produzir uma grande quantidade de frutos, ricos em carboidratos e vitamina C (ácido ascórbico), e apresenta valores significativos vitaminas A, B1 e sais minerais. O fruto, com diâmetro entre 2 cm a 4 cm e pesando entre 10 g a 20 g, é uma drupa elipsoidal, glabra ou levemente pilosa, com a

extremidade próxima, em relação ao pedúnculo, mais afunilado do que a distal. O fruto, quando maduro, apresenta coloração amarela esverdeada, com pericarpo coriáceo e polpa succulenta. O endocarpo ou caroço, de tamanho variado de consistência denso-fibrosa, é muito resistente e contém a semente (FILHO, 2011).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório Multiusuário de Bromatologia da Universidade Federal de Sergipe, Campus Sertão em Nossa Senhora da Glória - SE. A matéria-prima foi adquirida no Povoado Cabeça da Vaca (-10.201253, -37.464258), município de Nossa Senhora da Glória. Foi feita a seleção dos frutos realizada visualmente através da integridade física, coloração e tamanho, buscando uma maior homogeneidade da qualidade fisiológica. Em seguida, foi encaminhada para lavagem em água corrente, higienização com 150 ppm de cloro residual por 10 min e posteriormente para o congelamento em freezer doméstico (-18°C).

Preparo e análises realizadas no umbu

A lavagem do umbu foi feita em água corrente para retirar as sujidades mais grosseiras como terra, pedaço de folhas e galhos e outras substâncias. Para a higienização foi preparada uma solução de hipoclorito de sódio em uma concentração de 100 ppm. Em uma vasilha adicionou-se 10 litros de água e 50 ml de água sanitária durante 15 minutos, para eliminar a carga microbiana presente. Posteriormente, foram cortadas para separar a polpa do caroço da fruta, através de facas de aço inoxidável previamente sanitizadas. A polpa foi submetida aos processos de secagem convencional a 60°C até atingir o peso constate.

Secagem convencional a 60°C do umbu

A secagem convencional com temperatura de 60°C foi feita em triplicada. Em uma balança analítica as bandejas foram pesadas e anotado seus receptíveis pesos, em seguida, pesou-se em torno de 100 g da amostra. Posteriormente, as bandejas com as amostras foram levadas para a estufa de secagem, realizando o controle da secagem a partir de pesagem das amostras a cada uma hora, até seu peso apresenta-se constante. O tempo de secagem das amostras na estufa convencional a 60°C foi de 25 horas. Ao fim da secagem as amostras foram embaladas em sacos plásticos e levadas ao congelamento para serem utilizadas no processo de fabricação da cerveja.

Determinação de umidade

A determinação de umidade foi feita em triplicata, em que foram pesadas de 3 à 5 gramas cada e levadas para a estufa a 105°C até peso constante, conforme metodologia proposta pelo IAL (2005). Os resultados foram expressos em porcentagem de umidade em base úmida (%Ub.u).

Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST)

O teor de SST foi feito em triplicata utilizando um refratômetro com escala de 0-35°. Para cada análise foram utilizadas duas gotas de extrato aquoso da polpa, obtido a partir da maceração e homogeneização da amostra, sendo colocadas no prisma do refratômetro para a realização da leitura que é dada em escala de °Brix.

Acidez total titulável

A acidez total titulável foi obtida a partir da titulação com uma solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH 0,1mol/L) conforma a metodologia do IAL (2005). Com o auxílio de um béquer de 100 ml, pesou-se 10g de umbu em triplicata e transferiu-se as amostras para três Erlenmeyer previamente identificados como A1, A2, A3, acrescentou-se com o auxílio de uma proveta 100 ml de água destilada em cada Erlenmeyer. Anotou-se o volume gasto da solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol/L), da qual o resultado foi expresso em g/100 de ácido cítrico.

Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH das amostras de umbu e cerveja foi medido a partir de um pHmetro em triplicata, seguindo a metodologia do IAL (2005).

Preparo da cerveja

Utilizou-se uma receita de cerveja do tipo Blond Ale, que representa uma das mais suaves do grupo Ale. Assim, promoveria uma melhor incorporação de atributos do umbu. A brassagem ou mosturação foi realizada a uma temperatura de 68°C, mantendo-se por 1 hora e 50 min sob agitação. A cada 15 minutos realizava-se a análise de sólidos solúveis totais (SST) do mosto, para identificar quando todo o amido estivesse convertido em açúcares de cadeias menores. Após a estabilização do SST, aqueceu-se o mosto até os 76°C por 5 minutos (*mash out*), sempre mexendo constantemente. Passado o processo de *mash out* desligou-se o fogo e deixou descansar por 10 minutos. Em seguida, realizou-se a recirculação do extrato com o auxílio da bomba de recirculação do sistema por 30 minutos, para que as partículas grossas

ficassem retidas na camada filtrante do bagaço do malte. Realizou-se à fervura do extrato até o ponto de ebulição e adicionou 25 g do lúpulo de amargor. Após 45 minutos adicionou a outra porção de 25 g do lúpulo de aroma e sabor e aguardou por 15 min e então resfriado a temperatura de 20°C.

No processo de fermentação da cerveja adicionou-se 10g da levedura *Saccharomyces cerevisiae* diretamente no mosto, sem misturar e aguardou por 7 dias o processo de fermentação no reator em temperatura ambiente em torno de 25°. Após 7 dias de fermentação, o mosto foi fracionado em 4 partes, na qual gerou os tratamentos com adição de 0,4%, 0,8% e 1,2% de umbu desidratado, além de um controle 0%. O processo de maturação ocorreu por 10 dias em uma temperatura de 5°C, para que houvesse a incorporação de sabor e aroma do umbu há cerveja. Após o período de maturação, procedeu-se com o engarrafamento e carbonatação natural.

Teor alcoólico

O teor alcoólico foi calculado de acordo com a Alcohol By Volume (ABV) (PINTO, 2018), a partir da densidade original (OG) e da densidade final (OF)..

Cor da cerveja (L*, a* e b*)

Para avaliação da cor das amostras de cerveja, foram tiradas fotos em triplicatas das amostras. Depois os dados foram tratados no programa Adobe Photoshop® de acordo com a metodologia proposta por Yam et al. (2004). Avaliou-se a amostra controle do fruto e para as outras amostras o primeiro tempo de avaliação ocorreu logo após os 60 minutos de secagem, sendo considerado este, tempo 1 para ambas. Os parâmetros utilizados foram L* (luminosidade), a* (vermelho-verde), b* (amarelo-azul), foi feita uma comparação da alteração de cor entre as amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados para umidade, sólidos solúveis totais (SST) e a acidez total titulável (ATT) do umbu *in natura*.

Tabela 1. Caracterização físico-química do umbu *in natura*.

Análises	Valores
Umidade (% bu)	89,25±1,38
SST (°Brix)	9,90±0,00
ATT (%)	2,39±0,04

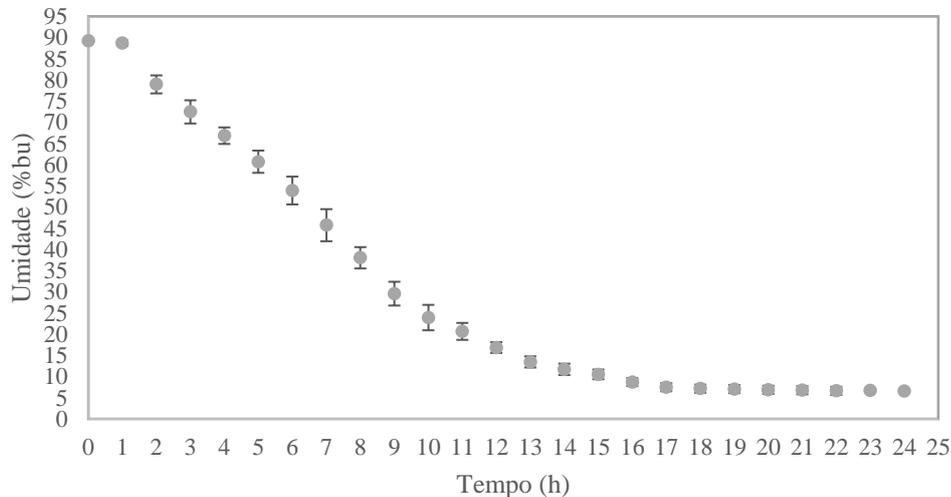
O teor de umidade foi de 89,25%, valor semelhante ao encontrado no estudo realizado por SILVA et al. (2015), que foi de 89,04%. Observa-se que, o umbu possui uma alta quantidade de água, por este motivo deve-se ter cuidados quanto ao seu manuseio, transporte, armazenamento e processamento por facilitar a sua perecibilidade. Podendo colocar em risco a sua estabilidade, qualidade, características e sua composição.

O teor de SST foi de 9,90°Brix, se mostrou também similar ao valor encontrado por SILVA et al. (2015), que foi de 9,0, que pode estar relacionado ao estágio de maturação do fruto. Segundo Silva et al. (2017), os açúcares estão em maior proporção dos SST e apresentam-se geralmente na de glicose, frutose e sacarose.

A ATT do umbu em relação ao ácido cítrico foi de 2,39%. Valor este maior do obtido por Silva et al. (2017), que em sua pesquisa encontraram valores de 1,81%. A diminuição da acidez está relacionada com a utilização dos ácidos com substratos respiratórias e pela conversão em açúcares durante o seu amadurecimento e armazenamento.

A Figura 1 está representado os valores de umidade e o tempo utilizado no processo de secagem do umbu *in natura*.

Figura 1. Curva de secagem por convecção forçada (65°C) do umbu *in natura*.



Durante o tempo de secagem o umbu foi submetido uma convecção forçada de ar a uma temperatura de 65°C, por um período de 24 horas. O umbu partiu de uma umidade inicial de 89,25%, observa-se que do tempo 0 até as 17 hs de secagem, a umidade do umbu teve uma redução significativa e posteriormente permaneceu quase que constante, ou seja, não obtivendo grandes diferença de perda de umidade, permanecendo constante até o tempo de 24 horas que foi o final da secagem. A umidade final do produto obtido ficou em torno de 6%Ubu, o que

pode promover um maior período de estabilidade em seu armazenamento, uma vez que o umbu *in natura* é muito perecível.

A Tabela 2 apresenta os resultados para o pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e o teor alcoólico da cerveja obtida dos tratamentos com adição de diferentes concentrações de umbu desidratado na etapa de maturação, incluindo o controle.

Tabela 2. Caracterização físico-química da cerveja elaborada com umbu desidratado.

Tratamentos*	Parâmetros			
	pH	SST (°Brix)	ATT(%)	Teor alcoólico (%)
0 % (Controle)	3,9±0,1 ^{a**}	5,1±0,0 ^c	8,7±0,5 ^a	4,3±0,0 ^a
0,4 %	3,4±0,0 ^b	5,9±0,0 ^b	8,6±0,9 ^a	3,6±0,0 ^b
0,8 %	3,2±0,0 ^c	6,0±0,0 ^a	9,1±0,9 ^a	3,3±0,0 ^c
1,2 %	3,1±0,0 ^d	6,0±0,0 ^a	9,1±0,5 ^a	3,3±0,0 ^c

* Concentração de polpa de umbu na cerveja. **Médias seguidas pela mesma letra na coluna apresentam igualdade significativa a $p < 0,05$ pelo teste de Tukey.

Observa-se que o pH dos tratamentos com diferentes concentrações de umbu, obtiveram diferença significativa a $p < 0,05$ entre si, assim, quanto maior a concentração de umbu utilizada na fabricação da cerveja, menor foi o seu pH devido a acidez característica da casca e polpa do fruto. Segundo Milagres (2019), essa acidez é característica em cervejas produzidas a partir de frutas cítricas, e contribui para a conservação da cerveja por diminuir a probabilidade de crescimento microbiano.

O teor de SST verificou-se que o controle teve um teor de SST menor em relação as outras concentrações, estando relacionado ao fato de que, o teor de SST umbu desidratado foi concentrado e, no momento da maturação da cerveja, estes sólidos foram migrados por osmose para a solução. Observa-se também, que nos demais tratamentos, embora apresentem diferença significativa com a concentração 0,4%, tiveram valores similares, de 5,9 e 6 para 0,4%, 0,8% e 1,2%, respectivamente.

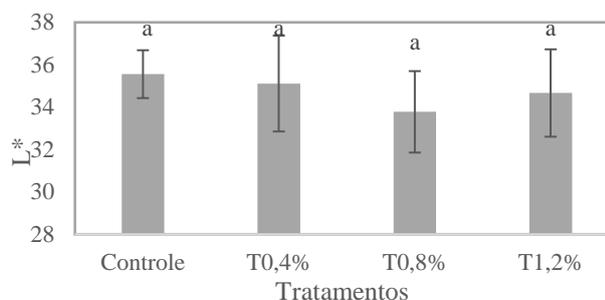
Observa-se que a ATT dos tratamentos, apresentaram igualdade significativa a $p < 0,05$, embora mostre uma tendência na relação da acidez com a adição de umbu desidratado. Segundo Oliveira et al. (2015), a acidez ela é proporcionada pelo ácido carbônico, proveniente da reação entre o CO_2 e H_2O , assim elevando a acidez da bebida. Outro fator importante é a presença dos ácidos que já existem no mosto, entretanto estão em proporções distintas, e suas concentrações são diferentes em função da matéria-prima utilizada e das condições de maltagem.

É possível observar que os teores alcoólicos de todos os tratamentos obtiveram diferença significativa a $p < 0,05$, exceto os tratamentos 0,8% e 1,2% que não se diferenciaram entre si. A quantidade de álcool presente na cerveja está relacionada com suas características, como o teor

de sólidos solúveis, com isso, quanto mais elevado, mais sólidos serão consumidos pelas leveduras produzindo assim mais álcool, conseqüentemente diminuindo o seu SST. A cerveja pode ser classificada a partir do seu teor alcoólico em, sem álcool (<0,5), baixo teor alcoólico (0,5% a 2,0%), médio teor alcoólico (2,0% a 4,5%) e alto teor alcoólico (4,5% a 7,0%) (Oliveira *et al.*, 2015). Com isso, observa-se que houve diferença no teor alcoólico entre as concentrações elaboradas, o controle obteve um maior teor alcoólico em relação as elaboradas com diferentes concentrações de umbu, mostrando que quanto maior a concentração de umbu adicionado, há uma tendência a reduzir o teor alcoólico da cerveja.

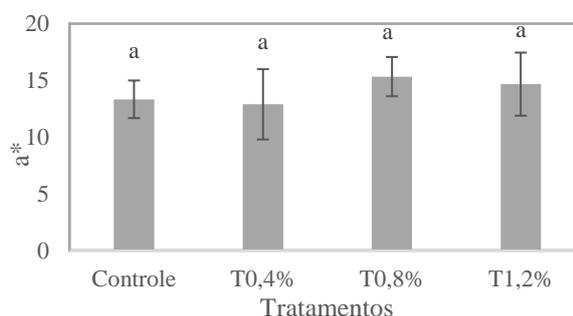
Os resultados observados nas figuras 2, 3 e 4 abaixo mostram o comportamento da coloração da cerveja, a partir análise das coordenadas L*, a* e b*, respectivamente, em relação a cada concentração de umbu utilizada na cerveja.

Figura 2. Coordenada L* para os tratamentos de cerveja artesanal elaborados com umbu.



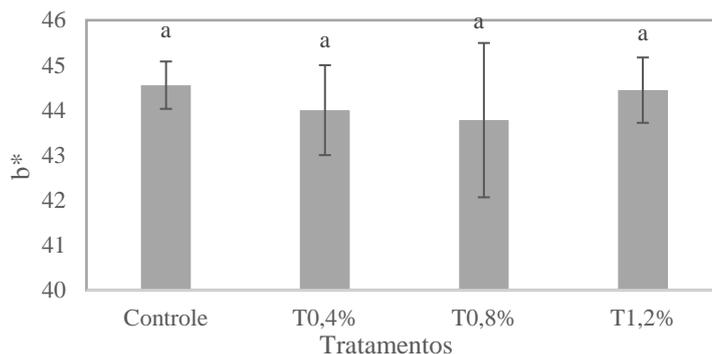
A coordenada L* para os tratamentos não obtiveram diferença significativa a $p < 0,05$, assim, não houve diferença nos aspectos de luminosidade pelos valores analisados na elaboração da cerveja com diferente concentração de umbu.

Figura 3. Coordenada a* para os tratamentos de cerveja artesanal elaborados com umbu.



Da mesma forma, para coordenada a* para os tratamentos também não obtiveram diferença significativa entre si a $p < 0,05$. Estando todos os valores na escala positiva da coordenada, que representa uma tendência mais para o vermelho.

Figura 4. Coordenada b* para os tratamentos de cerveja artesanal elaborados com umbu.



A coordenada b^* para os tratamentos também não obtiveram diferença significativa a $p < 0,05$, estando também na fração positiva que tende para uma tonalidade mais azul.

De forma geral, é possível observar que as coordenadas dos tratamentos analisados, não houve diferença significativa a $p < 0,05$. Ou seja, o aumento da concentração de umbu na elaboração da cerveja durante a maturação, não promoveu alterações no parâmetro cor do produto.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos da caracterização físico-química do umbu demonstraram que todos os parâmetros analisados estão de acordo para polpa do umbu *in natura*. Os parâmetros analisados da cerveja, pH, °Brix e teor alcoólico de cada tratamento apresentaram valores diferentes à medida que se aumentou a concentração de umbu, já os parâmetros de ATT e da coloração em cada uma das coordenadas L, a^* e b^* não apresentaram diferença entre si.

Assim, utilização do umbu no processo de fabricação da cerveja, pode ser uma alternativa viável para aplicação do fruto, podendo gerar mais uma oportunidade de renda não só para os fabricantes de cerveja, mas para a população sertaneja.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Ricardo Costa. Processo de fabrico da cerveja. Escola Superior de Coimbra. Coimbra, PT, p. 1-11, 2009/2010. Disponível em: http://www.esac.pt/noronha/pga/0910/Trabalhos_mod1/CERVEJA.pdf. Acesso em: 8 de dez de 2021.

BARBOSA, P. J. S. Cerveja artesanal com uso de frutas. Universidade Federal da Paraíba: centro de tecnologia e desenvolvimento regional – CTDR. João Pessoa, PB, p. 1-30. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/16019/1/PJSB09102019.pdf>. Acesso em: 6 de dez de 2021.

BORTOLI, D. A. S. et al. Leveduras e produção de cervejas. Bioenergia em revista. SP, p. 1-14. 2013. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/275021630_Leveduras_e_producao_de_cervejas_-Revisao. Acesso em: 8 de dez de 2021.

DE SIQUEIRA, Leonardo Pereira. PRODUÇÃO DE UMA FRUITBEER DE PITANGA. p. 37, 2019.

FILHO, J. M. P. L. Ecofisiologia do umbuzeiro (*spondias tuberosa* Arr. Cam.). EMBRAPA. 1a ed. Petrolina, PE. 2011. Disponível em: <https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/911418/4/SDC240.pdf>. Acesso em: 5 dez de 2021.

JUNIOR, Amaro A D; VIEIRA, Antonia G; FERREIRA, Taciano P. Processo de Produção de Cerveja. p. 12, 2009.

LIMA, B. J. B. Elaboração de cerveja artesanal tipo blonde ale. Universidade Estadual da Paraíba: campus I, centro de ciências e tecnologia. Campina Grande, PB, p. 1-49. 2019. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/20770>. Acesso em: 5 de dez de 2021.

MEGA, Jéssica Francieli; NEVES, Etney. A PRODUÇÃO DA CERVEJA NO BRASIL. V.1, n. 1, p. 35, 2011.

MORADO, R. Larouse da cerveja: a história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo. 1a ed. SP: editora alaúde, 2017. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/qdownload/larousse-da-cerveja-a-historia-e-as-curiosidades-de-uma-das-bebidas-mais-populares-do-mundo-by-ronaldo-morado-pdf-free.html>. Acesso em: 5 de dez de 2021.

OLIVEIRA, Mariana; FABER, Carolina Rocha; PLATA-OVIEDO, Manuel Salvador Vicente. Craft Beer elaboration from partial replacement of malt by honey. Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos, v. 6, n. 3, p. 1, 2015.

ORTIZ, Paulo Rodolfo Buffon. Análise do consumo energético do processo de produção de cerveja artesanal por bateladas. 2014. 21. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

PAYÁ, Ana Laura; GARCIA, Letícia. PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF ADDITIONAL. Revista Engenharia em Ação UniToledo, Araçatuba, SP, v. 04, n. 02, p. 52-66, jul./dez. 2019.

PINTO, Fernanda Otesbelgue. Isolamento, seleção e caracterização de leveduras selvagens com potencial para a produção de cerveja. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de ciências básicas da saúde programa de pós-graduação em microbiologia agrícola e do ambiente. p. 95, 2018.

PINTO, L. I. F.; ZAMBELLI, R. A.; SANTOS JUNIOR, E. C.; et al. Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (*Malpighia emarginata* DC) e Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill). Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 3, p. 67, 2015.

REBELLO, Flávia De Floriani Pozza. Produção de cerveja. Revista Agrogeoambiental, 2009. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/224>>. Acesso em: 28 jun. 2022.

SANTOS, M. E. J. et al. Produção e caracterização da cerveja artesanal no Brasil e no Estado de Minas Gerais. IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, PR, p. 1-12. 2019. Disponível em: http://aprepro.org.br/combrep/2019/anais/arquivos/09302019_140936_5d92352c8adc0.pdf. Acesso em: 7 de dez de 2021.

SILVA, M. I. et al. Caracterização físico-química da polpa de umbu in natura. Ciência e Tecnologia de Alimentos / Tecnologia de Alimentos. Cariri, CE. P, 1-4. 2017. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/cariri/resumos/1894.pdf>. Acesso em: 8 de dez de 2021.

SILVA, Maria Inacio da; MARTINS, Joabis Nobre; ALVES, Jânio Eduardo de Araújo; et al. Caracterização físico-química da polpa de umbu em camada de espuma. Revista Semiárido De Visu, v. 3, n. 2, p. 82–91, 2015.

SLOMP, Eduardo Thiago; ANTUNES, José Gonçalves. A ARTE E A CIÊNCIA ENVOLVIDA NA PRODUÇÃO DA CERVEJA CASEIRA. p. 34.

SOUZA, I. SANÁBIO, D. Cultura do umbuzeiro. EMATER. MG, p. 1-4, 2016. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=17026>. Acesso em: 7 de dez de 2021.
TOLEDO, A L; SILVEIRA, P M; CAPUCI, A P S. PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL. p. 8, 2018.

TOZETTO, L. M. Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (Zingibre officinale). Universidade Tecnológica do Paraná: programa de pós-graduação em engenharia de produção. Ponta Grossa, PR, p. 1-82. 2017. Disponível em: https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2451/1/PG_PPGE_M_Togetto%2c%20Luciano%20Moro_2017.pdf. Acesso em: 6 de dez de 2021.

VALENTIM, Sarah dos Santos; FONSECA, Antônio Augusto Oliveira; SILVA, Samira Maria Peixoto Cavalcante da. Elaboração e avaliação da estabilidade de cerveja artesanal utilizando o umbu-cajá (*Spondias bahiensis*) e canela na maturação. Diversitas Journal, v. 6, n. 1, p. 114–136, 2021.