



Elaboração e avaliação da estabilidade de cerveja artesanal utilizando o umbu-cajá (*Spondias bahiensis*) e canela na maturação

Brewing and stability evaluation of craft beer adding umbu-cajá (*Spondias bahiensis*) and cinnamon at maturation

Sarah dos Santos Valentim⁽¹⁾, Antônio Augusto Oliveira Fonseca⁽²⁾,
Samira Maria Peixoto Cavalcante da Silva⁽³⁾

⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1031-1921>; Graduada em Agronomia, pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, Endereço: R. Rua Barbosa, Cruz das Almas - BA, BRAZIL, E-mail: savalentim1@hotmail.com;

⁽²⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3916-8084>; Doutor em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Endereço: R. Rui Barbosa, Cruz das Almas - BA, BRASIL, E-mail: aaujustos@gmail.com;

⁽³⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8275-4575>; Pesquisadora PNPD do Grupo de Pesquisa INSECTA, pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Endereço: R. Rui Barbosa, Cruz das Almas - BA, BRASIL, E-mail: samypeixoto@yahoo.com.br

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 28 de setembro de 2020; Aceito em: 21 de janeiro de 2021; publicado em 31 de 01 de 2021. Copyright © Autor, 2021.

RESUMO: A produção de cerveja artesanal vem crescendo rapidamente ao longo da última década, sendo que a sua principal motivação para o consumo é a busca de autenticidade, novas experiências sensoriais e seus atributos funcionais. A adição de frutas e especiarias na elaboração ou maturação da cerveja artesanal, confere características únicas como aroma e sabor, sendo desta forma, a utilização de frutos do umbu-cajá e canela um exemplo para a diversificação com novos produtos e sabores na indústria cervejeira. Entretanto, no armazenamento da cerveja, podem ocorrer mudanças químicas e sensoriais que influenciam a vida de prateleira. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo elaborar, avaliar sensorialmente e físico-química durante 60 dias de armazenamento a cerveja artesanal utilizando o umbu-cajá e canela na maturação. Para a obtenção da cerveja American Pale Ale foi utilizado, malte Pilsen EBC 3-4,5, levedura Fermentis US-05, lúpulo, frutos de umbu-cajá e uma solução a base de canela. Após a bebida passar pelo processo de fermentação, foi adicionado a polpa de umbu-cajá e solução de canela que durou 10 dias de maturação que logo após foi envasada. Durante 60 dias foram retiradas amostras para a realização das análises físico-químicas de extrato real, aparente e primitivo, acidez total e volátil, açúcares redutores e não redutores, grau alcoólico, densidade, cor (L*, a*, b*, c*, ângulo hue) e análise sensorial foi realizada após o armazenamento. Conforme os resultados, a cerveja elaborada apresentou variações físico-químicas e as variáveis pH e densidade foram as mais influenciadas durante o armazenamento, mas se manteve dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, com exceção do extrato primitivo. Quanto ao teste de aceitação sensorial, as notas demonstraram que o produto elaborado foi bem aceito e se estivesse a venda 76% afirmaram que certamente compraria e possivelmente compraria, mostrando assim ser uma alternativa no mercado cervejeiro com a introdução de um produto diferenciado com potencial de mercado, agregando valor aos frutos de umbu-cajá e canela.

PALAVRAS-CHAVE: Fermentação alcoólica, aceitação sensorial, qualidade.

ABSTRACT: The production of craft beer has been growing rapidly over the last decade, and the main motivation for its consumption is the search for authenticity, new sensory experiences, and its functional attributes. Adding fruits and spices in the brewing or maturation of craft beer gives it unique characteristics such as aroma and flavor, thus the use of umbu-cajá fruits and cinnamon is an example of creating diverse new products and flavors in the beer industry. However, during beer storage, chemical and sensory changes that influence shelf life may occur. In view of the above, the present work aimed to brew craft beer adding umbu-cajá and cinnamon then to evaluate sensory and physico-chemical characteristics over 60 days of storage. To brew American Pale Ale beer we used Pilsen EBC 3-4,5 malt, Fermentis US-05 yeast, hops, umbu-cajá pulp and a cinnamon-based solution. After the drink went through a 10-day fermentation process, umbu-cajá pulp and cinnamon solution was added and it was then bottled. Over 60 days, samples were taken to carry out physical-chemical analyzes of real, apparent and primitive extract, total and volatile acidity, reducing and non-reducing sugars, alcohol content, density, color (L*, a*, b*, c*, hue angle) and sensory analysis performed after storage. According to the results, the resulting beer showed physical-chemical variations, pH and density variables were the most influenced during storage, but remained within the limits established by current legislation, except for primitive extract. As for the sensory acceptance test, the notes showed that the final product was well accepted and if it were on sale 76% stated that they would certainly or possibly buy it, thus showing it to be an alternative in the beer market with the introduction of a differentiated product with potential for adding value to umbu-cajá and cinnamon.

KEYWORDS: Alcoholic fermentation, sensory acceptance, quality.

INTRODUÇÃO

O setor cervejeiro é um dos mais relevantes da economia brasileira, com mais de 2,7 milhões de pessoas empregadas ao longo da cadeia produtiva e está entre os maiores empregadores do Brasil, sendo um forte indutor da economia nacional. Apresenta um importante efeito multiplicador, onde sua atuação movimenta uma extensa rede que é responsável por 1,6% do PIB e 14% da indústria de transformação nacional. A maior concentração de cervejarias se encontra nos estados do Sul e Sudeste, alguns estados do nordeste do país, como Rio Grande do Norte, Alagoas e Bahia, apresentam crescimentos notáveis com taxas de 122%, 75% e 68% respectivamente (CERVBRASIL, 2019). Nesse sentido, a produção de cervejas artesanais vem crescendo e ganhando espaço no comércio, oferecendo um leque bem expansivo para os apreciadores da mesma.

Na sua produção, os ingredientes comuns da maioria das cervejas são cevada maltada, água, lúpulo e levedura. Porém um ingrediente que também pode ser adicionado durante o processo de fabricação de cervejas são as frutas, essas conferem características únicas ao produto. As frutas são mais utilizadas na produção de cervejas do tipo fruit lambic, que são cervejas que passam por processo de fermentação através de leveduras presentes nas frutas e no meio de produção. A adição de frutas ao mosto cervejeiro pode auxiliar no fornecimento de açúcares para a realização da fermentação alcoólica (PRASAD, 2014; LENTZ et al., 2014).

O enriquecimento da cerveja com frutas pode lhe dar novos sabores e também pode aumentar as concentrações de seus compostos bioativos (DUCRUET et al., 2017). Segundo Trindade (2016) o consumo de cervejas com adição de frutas vem crescendo no mercado mundial, é um segmento que vem atraindo muitos clientes que não costumavam consumir a bebida, já que a mesma possui um sabor frutado que a diferencia das cervejas comuns.

Assim, umbu-cajazeira é uma frutífera tropical nativa do Nordeste brasileiro, de fácil propagação, que apresenta grandes perspectivas de inserção nos mercados interno e externo de frutas exóticas, especialmente na forma de polpa, sucos e sorvetes (RITZINGER et al., 2001). A polpa de fruta tem grande importância como matéria-prima em indústrias de conservas de frutas, que podem produzir as polpas na época de safra, armazená-las e reprocessá-las nos períodos mais propícios, ou segundo a demanda do mercado consumidor (HOFFMANN, 1996). A canela ocupa um lugar especial no mundo

das especiarias, seu nome científico *Cinnamomum verum* possui origem da indonésia, kayu manis, que significa “madeira doce”. A canela era utilizada para aromatizar molhos e vinhos brancos, sendo também utilizada para perfumes (NEGRAES, 2003).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi elaborar uma cerveja artesanal maturada com umbu-cajá e canela, realizando uma caracterização físico-química e sensorial em função do período de armazenamento, de modo que atenda os parâmetros exigidos pela legislação e tenha uma boa aceitação por parte dos consumidores. Além de que se torne uma alternativa viável de aumento de renda e estimule a produção da cerveja artesanal com umbu-cajá e canela para movimentar a economia regional.

REFERENCIAL TEORICO

A legislação brasileira define cerveja como a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo de malte de cevada e água potável, por ação de levedura e adição de lúpulo (BRASIL, 2009). As cervejas artesanais caracterizam-se por serem produzidas em pequena escala e por um processo de fermentação relativamente lento quando comparada com as cervejas industriais mais populares (CARVALHO, 2015).

O processo de fabricação da cerveja envolve as etapas de moagem do malte, mosturação, fervura, fermentação e maturação (VENTURINI FILHO, 2010). Porém as cervejas artesanais são produzidas com algumas diferenciações quando comparadas com as cervejas comerciais mais populares. A sua elaboração produz uma diversidade de tipos de cerveja que se caracterizam por ser um produto mais encorpado e de aroma e sabor mais pronunciados que as demais (KLEBAN; NICKERSON, 2012). Estas características provenientes, dentre outros fatores, da utilização de variedades específicas de lúpulo, justificam o crescimento acentuado deste segmento (KEUKELEIRE, 2000). Sendo assim, a principal motivação para o consumo de cerveja artesanal é a busca a autenticidade, novas experiências sensoriais e os atributos funcionais do produto (GÓMEZ-CORONA et al., 2016).

A utilização de frutas e especiarias como adjunto no processo da cerveja vem de encontro a uma necessidade de mercado considerando a importância da cerveja no Brasil. A influência das condições de produção sobre a qualidade tecnológica e aceitação do produto,

bem como o incremento de frutas no país, faz com que o desenvolvimento de cervejas de frutas tropicais seja de vital importância (PINTO, 2015)

A umbu-cajazeira é uma planta arbórea, pertencente à família Anacardiaceae, considerada um híbrido natural entre o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) e a cajazeira (*Spondias mombin* L.), (GIACOMETTI, 1993) e tem origem desconhecida, apresentando características de planta xerófila encontrada em plantios desorganizados, disseminados em Estados do Nordeste. O fruto do umbu-cajá tem posição de destaque devido a suas características organolépticas serem agradáveis. O processamento dessa fruta apresenta-se como uma forma viável de conservação, trazendo como vantagem a possibilidade de aproveitamento dos excedentes de produção, contornando problemas de sazonalidade e possibilitando sua distribuição por maiores períodos do ano (VIANA, 2008).

A cerveja acaba sendo um produto quimicamente instável e sua composição muda continuamente durante o armazenamento. Durante o armazenamento, a qualidade da cerveja diminui gradualmente. Especificamente, com o progresso do período de armazenamento, um aumento de aldeídos, uma diminuição de compostos de amargor (isoácidos), neblina permanente e mudança de cor são alguns dos efeitos relacionados ao armazenamento de cerveja. Em geral, um aumento nos aromas doces e uma diminuição do sabor amargo são as alterações mais comuns observadas (VANDERHAEGEN NEVEN; VERACHTERT; DERDELINCKX, 2006; BAERT, et al., 2012; PATERNOSTER, et al., 2017; DENG et al., 2018).

Alguns fatores podem influenciar essas mudanças físico-químicas da cerveja, durante o processo de fabricação ou armazenamento, tais como a oxidação, degradação de Strecker, condensação, formação de éter furânico, degradação de ácidos amargos de lúpulo, reações de Maillard e hidrólise de ésteres, ocorrem durante o armazenamento e resultam no aumento do composto de sabor envelhecido e na diminuição do sabor fresco concentrações de compostos (SAISON, 2010).

Dalgliesh (1977) faz uma generalização da evolução sensorial durante o armazenamento da cerveja e não é de forma alguma aplicável a toda cerveja. Uma diminuição constante da amargura é observada durante o envelhecimento. Assim, o sabor doce quem vai aumentando, podendo conseqüentemente ocultando o amargor, podendo até trazer o aroma mais para fruta que foi usada como adjunto. Além disso, a percepção do sabor da cerveja é o resultado da interação de vários compostos químicos com os receptores

no órgão olfativo e, portanto, essa evolução do sabor durante o armazenamento é o resultado de mudanças graduais na composição química da cerveja (SAISON, 2010).

A análise sensorial é uma ciência que evoca, mede, analisa e interpreta as propriedades organolépticas e/ou sensoriais dos alimentos e utiliza os sentidos humanos (visão, olfato, tato, paladar e audição) como instrumento de medida (STONE; SIDEL, 2004; LAWLESS; HEYMANN, 2010). O consumidor é o destino final de todo e qualquer produto que seja desenvolvido, seja este um bem de consumo ou um alimento. Todo produto tem como objetivo final a aceitação e a satisfação de um consumidor (NGAPO et al., 2003). Uma vez que a satisfação do consumidor provém de sua percepção positiva acerca da qualidade do alimento, deve-se ter em mente que o próprio consumidor é quem deve ditar os parâmetros de qualidade desse produto. Em estudos que envolvem a análise sensorial de alimentos, com aqueles voltados para os testes de aceitação e preferência, o consumidor é o objeto fundamental de medida da qualidade sensorial do produto (DELLA LUCIA, 2008)

MATERIAL E METODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas-BA.

Preparo da polpa de umbu-cajá

Os frutos de umbu-cajá (*Spondias bahiensis*), acondicionadas em embalagens plásticas e armazenadas em freezer a -18°C . Inicialmente foi feita a lavagem dos frutos com água clorada a 10ppm para a redução da carga microbiana a níveis seguros a saúde. Dessa forma, logo em seguida foi feita a despulpa com auxílio de uma peneira e balde plástico, ainda assim para tirar as fibras foi necessário usar vulal, depois realizou a pasteurização, onde a polpa do umbu-cajá foi conduzida a fervura em alta temperatura 100°C por 30 minutos. Após o aquecimento foi submetida a um resfriamento rápido e em seguida foram armazenadas em baldes específicos no freezer.

Preparo da solução de canela

Dilui-se 100g de canela em pau em 1000 ml de água mineral morna, deixando em fusão por 30 min. Página | 119

Preparo da cerveja artesanal

A cerveja artesanal American Pale Ale foi elaborada a partir do malte Pilsen EBC 3-4,5, lúpulo Cascade e levedura Fermentis US-05. Foram utilizados 5,5 kg de malte para produzir 18 L de cerveja. Os maltes foram triturados e adicionado a 16 litros de água, realizando o processo de mosturação. Durante a brasagem foram realizadas em duas etapas a 66,7°C por 60 min e a 76°C por 10 min. Ao final da mosturação, foi realizado o teste de iodo, para confirmação da sacarificação do amido. O mosto total foi obtido por filtração após o processo de homogeneização, quando 10 L de água a 76°C foram aspergidos sobre os grãos para extrair açúcares e separar o líquido dos grãos gastos. Para iniciar o cozimento, o mosto foi fervido a 100°C por 1 hora, sendo que após 10 min de fervura adicionou-se 20g de lúpulo, passando 30 min adicionou 10g de lúpulo mais a canela e nos 10 min finais adicionou 10g de lúpulo.

No fim da fervura, realizou o TRUB, que consiste em movimentos circulares por 2 min e esperou 10-15 min para todos os resíduos se decantarem no fundo da panela. O resfriamento do mosto foi realizado com auxílio do chiller até a cerveja chegar a 20°C. Após essa etapa, o mosto foi dividido em dois baldes fermentadores com capacidade de 12L, contendo 9L de mosto cada. Adicionou-se a levedura (11,5g de levedura US-05 e 400 ml de água mineral) em cada fermentador e em seguida foram vedados e armazenados em BOD a 19°C por 2 dias, aumentando-se a temperatura para 20°C onde permaneceu por 3 dias e depois aumentou-se novamente para 22°C que ficou mais 2 dias, completando assim a primeira semana do processo.

Durante o processo fermentativo realizou-se diariamente a análise do teor de sólidos solúveis e após verificar a fermentação completa do mosto, adicionou-se a polpa de umbu- cajá (1000 ml) e da solução de canela (105 ml) em cada fermentador, dando início ao processo de maturação, com a temperatura de 6°C durante 10 dias, sendo que no 8 dia diminuiu a temperatura para 0°C, permitindo o processo de decantação de sedimentos no

fundo do balde, otimizando assim o aroma e sabor da cerveja. Por fim, realizou o envase em garrafas de 330ml, previamente pasteurizadas e foi adicionado em cada garrafa solução de açúcar 4,5ml para que ocorresse a carbonatação. As garrafas foram armazenadas em um local seco à temperatura ambiente ($27\pm 3^{\circ}\text{C}$) no laboratório para posterior análises durante o seu período de armazenamento, T₀ (tempo zero), T₃₀ (após 30 dias de armazenamento) e T₆₀ (após 60 dias de armazenamento).

Análises físico-químicas

Foram realizadas as análises físico-químicas em função ao tempo de armazenamento (T₀, T₃₀ e T₆₀) das cervejas artesanais, sendo elas pH, sólidos solúveis totais (°Brix), grau alcoólico (°GL), densidade ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$), extrato real (%), açúcares totais ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), açúcares redutores ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), acidez total ($\text{mEq}\cdot\text{L}^{-1}$) e acidez volátil ($\text{mEq}\cdot\text{L}^{-1}$). As metodologias acima descritas foram realizadas conforme Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para a determinação da cor da cerveja foi utilizada o sistema método do CIE. CIE L*a*b* desenvolvido em 1976 fornece uma diferenciação de cores mais precisa em relação à percepção humana (ABBOTT, 1999; PATHARE et al., 2013) utilizando o espectrofotômetro de marca Minolta CR.400 utilizando o iluminante D.65 (McGUIRE, 1992).

Avaliação Sensorial

Um painel de 70 provadores não treinados avaliou as cervejas artesanais com umbu-cajá e canela no último período de armazenamento, com 60 dias, quanto aos parâmetros cor, sabor, aroma, amargor, aparência e aceitação global, utilizando a escala hedônica de 9 pontos, que varia do desgostei extrema (1) ao gostei muitíssimo (9); e a intenção de compra, cuja escala varia de certamente não compraria este produto (1) a certamente compraria (5). Foram oferecidos 20 mL da bebida em copos plásticos descartáveis, água mineral e biscoito água e sal, para limpeza do palato. Cada provador preencheu uma ficha sensorial, onde esta pesquisa foi registrada na Plataforma Brasil (CAAE: 10232519.9.0000.0056) e aprovada sob o parecer n°: 3.403.685

Analise dos dados

Os dados obtidos foram expressos a partir das médias total seguida dos desvio padrão e submetidas ao teste de Tukey. Página | 121

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-química da cerveja artesanal maturada com umbu-cajá e canela durante o seu período de armazenamento, estão expressos na Tabela 1. Verificou que essa cerveja está de acordo com legislação brasileira, exceto o extrato primitivo (BRASIL, 2009).

Tabela 1: Resultados (media \pm desvio padrão) das análises físico-químicos de uma cerveja artesanal maturada com umbu-cajá e canela durante 60 dias de armazenamento.

Análises	Período de armazenamento (dias)		
	T0	T30	T60
pH	3,30 \pm 0,01 ^b	3,20 \pm 0,01 ^a	3,00 \pm 0,02 ^c
Acidez Total (mEq.L⁻¹)	4,34 \pm 0,37 ^b	4,54 \pm 0,14 ^b	6,10 \pm 0,29 ^a
Acidez Volátil (mEq.L⁻¹)	0,196 \pm 0,56 ^a	0,196 \pm 0,56 ^a	0,196 \pm 0,56 ^a
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	5,40 \pm 0,36 ^a	5,30 \pm 0,05 ^a	5,18 \pm 0,55 ^a
Grau Alcoólico (°GL)	4,63 \pm 0,00 ^b	4,69 \pm 0,84 ^a	4,75 \pm 0,00 ^a
Açúcares Totais (g.L⁻¹)	13,48 \pm 0,43 ^a	11,40 \pm 0,40 ^b	10,36 \pm 0,50 ^b
Açúcares Redutores (g.L⁻¹)	4,99 \pm 0,29 ^a	4,61 \pm 0,55 ^a	4,51 \pm 0,13 ^a
Densidade (g.cm⁻³)	1007,96 \pm 0,57 ^a	1007,33 \pm 0,28 ^b	1005,16 \pm 0,28 ^c
Extrato Real (%)	3,91 \pm 0,79 ^a	3,80 \pm 0,35 ^a	3,04 \pm 0,50 ^b
Extrato Aparente (%)	1,33 \pm 0,57 ^c	2,08 \pm 0,28 ^a	1,90 \pm 0,86 ^b
Extrato Primitivo (%)	2,55 \pm 0,10 ^b	2,70 \pm 0,71 ^a	2,73 \pm 0,16 ^a

Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente e ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey. Sem letra não houve variação.

pH

O pH tem grande importância na cerveja, pois tem influência em vários fatores, como no crescimento microbiana, intensidade da cor, atividade enzimática, potencial de oxidação e sabor (OLIVEIRA, 2011). Os valores de pH obtidos aos longos dos 60 dias de armazenamento variaram entre 3,00 e 3,40 e análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 0,309 e conforme o teste F obtido 1347,111, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, foram significativos em função do período de armazenamento, sendo cada tempo de armazenamento diferenciou entre si.

O pH em cada variável notamos a correlação com acidez total (0,5922), brix (0,6209), extrato real (-0,5974) e extrato primitivo (-0,5901), foram significativas a nível de 5%. A variabilidade no pH entre as diferentes cervejas está relacionada a fatores como a composição química da própria fruta, o estágio de maturação da mesma, a espécie e linhagem da levedura empregada (DANTAS e SILVA, 2017).

Segundo Saison et al. (2010), compreenderam que partir da intensidade geral do envelhecimento, parece que o sabor envelhecido diminui à medida que o pH aumenta, que foi relatado no presente trabalho. As cervejas envelhecidas com pH extremamente baixo (pH 2-3) demonstraram ter uma estabilidade muito baixa no sabor. Por outro lado, foi relatado que cervejas com pH alto (4,5-4,8) possuem melhor estabilidade de sabor.

Acidez Total

O pH e a acidez total são dois parâmetros importantes na determinação da qualidade de um fermentado alcoólico, já que o primeiro atua na estabilidade do produto e o segundo traduz sobretudo as características gustativas (SILVA et al., 2008).

Os resultados para acidez total ao longo do armazenamento variaram entre 3,92 a 6,37 mEq.L⁻¹. Análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 5,772 e conforme o teste F obtido 33,692, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, foi significativo em função do período de armazenamento, no dia 60 se diferenciou em relação as análises anteriores. Dentro as variáveis apenas o pH (0,5922) teve correlação com acidez total significativa a nível de 5%. Ao longo do tempo de armazenamento nota-se que o pH foi diminuindo e a acidez aumentou, como era esperado.

Não existe um valor padrão para acidez total em cervejas, considerando esse como um teste coadjuvante nas análises físico-químicas a fim de caracteriza-las perante sua acidez (TAYLOR, 2015). Segundo Oliveira (2010) a análise de acidez tem como princípio controlar as alterações indesejáveis ocasionados por micro-organismos e controlar a estabilização de ácidos, devido a este motivo tornou-se de grande importância verificar os valores de acidez nas cervejas, demonstrando assim uma higienização adequada e um procedimento correto.

Acidez Volátil

A acidez volátil é constituída por ácidos orgânicos voláteis, principalmente o ácido acético. Esse parâmetro serve como indicativo da sanidade do produto, já que a boa qualidade do processo tecnológico depende da manutenção das condições anaeróbicas, da sanidade da fruta, limpeza e higiene dos recipientes. Uma acidez volátil acima do limite exigido indica que o contato com o oxigênio (aerobiose) foi superior ao desejado, propiciando a contaminação por bactérias acéticas que oxidam o etanol a ácido acético, modificando o sabor e o aroma da bebida (SANTOS et al., 2005; FELLOWS, 2008).

Os resultados obtidos para acidez volátil não oscilaram durante o período de armazenamento permanecendo em $0,196 \pm 0,56$ mEq.L⁻¹. Análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 27,348 e conforme o teste F obtido 1,333, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, não foram significativos em função dos dias de armazenamento. Valores muito superiores foram relatados por Goiana et al. (2016), nas cervejas artesanais Pale ale, variando de 3,60 a 17,4 mEq.L⁻¹ entre as amostras analisadas.

Sólidos Solúveis Totais (SST)

O teor de sólidos solúveis define a massa de açúcares dissolvidos na solução (ROSA et al., 2017). Verificamos que durante a fermentação do mosto, esse parâmetro diminuiu de 12,3 a 5,40 °Brix reduzido pela metade, indicando que os açúcares presentes no meio sofreram transformações pelas leveduras, em álcool e CO₂. Em certo momento o valor

torna-se estável e semelhante entre as amostras devido às leveduras não estarem realizando mais fermentação alcóolica (BARCELOS et al., 2015).

Durante o armazenamento da cerveja, os valores médios estiveram entre 5,18 e 5,40°Brix, havendo pequenas variações. Análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 7,124 e conforme o teste F obtido 1,885, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, não foram significativas em função do período de armazenamento. Goiana et al. (2016) obtiveram valores semelhantes ao presente estudo com 5,80°brix em cervejas artesanais Pale Ale.

Teor Alcoólico

A cerveja artesanal é reconhecida por possuir um teor alcóolico mais elevado em relação as cervejas industriais, já que possuem um menor teor. A quantidade de álcool obtida durante o processo varia, pois depende de diversos fatores como o teor de substrato, concentração e tipo de levedura, e das condições do meio (temperatura, pH e concorrência) (DANTAS; SILVA, 2017). Os valores obtidos durante o armazenamento permaneceram praticamente constantes, variando entre 4,63 e 4,75°GL, o que indicou uma boa estabilidade durante o armazenamento, sendo classificada como cerveja alcóolica aquela cujo conteúdo alcóolico é superior a 0,5% em volume de etanol (BRASIL, 2009). Análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 0,000 e conforme o teste F, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, foram significativos em função do período de armazenamento.

Saison. et al (2010), avaliou a influência do etanol na cerveja em função ao envelhecimento, relatou variação pequena em relação a sua apreciação geral e à pontuação de envelhecimento, o trabalho não revelou números. A única diferença que vale a pena mencionar foi a percepção ligeiramente aumentada do sabor da Madeira.

Açúcares Totais

Ao longo do armazenamento o teor de açúcares totais variou entre 10,36 e 13,48% e a análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 3,831 e conforme o teste F

obtido 37,502, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, foram significativos em função do período de armazenamento. Ao observar o açúcar total em cada variável notamos que houve correlação com a acidez total (-0,7551) brix (0,6209), extrato real (0,7843), densidade (-0,8248), extrato aparente (-0,8206), extrato primitivo (0,7891) e teor alcoólico (-0,1825), foram significativas a nível de 5%. Essa variação no açúcar total pode estar relacionado com a sua conversão em álcool e CO₂ (GOMES e OLIVEIRA, 2012).

Apesar da Portaria nº64/2008 não estabelecer limites para o teor de açúcares totais, tomando-se como base os resultados de outras cervejas analisadas, os valores obtidos por Goiana et al. (2016), foram entre 1,08 e 1,60 g. 100ml⁻¹ para cervejas artesanais Pale Ale comercializadas em Fortaleza.

Açúcares Redutores

A quantificação dos açúcares em bebidas fermentadas é importante, pois através deste parâmetro podemos mensurar o percentual de etanol antes da fermentação, avaliar a velocidade do consumo de açúcares durante a fermentação e ao fim quanto desses açúcares deixou de ser fermentado (FERNÁNDEZ-NOVALES et al., 2009; NEGRULESCU et al., 2012).

Durante os 60 dias de armazenamento esse parâmetro oscilou entre 4,51 a 4,99%, sendo que a análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 7,881 e conforme o teste F obtido 1,398, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, não foram significativas em função do período de armazenamento, mas houve um decréscimo dos açúcares em função do tempo do armazenamento, podendo indicar uma possível fermentação dentro da garrafa.

Apesar da legislação não exigir esse parametro, alguns trabalhos obtiveram resultados inferiores, como Fernandes (2017) encontrou 2,25 g.100ml⁻¹ para uma cerveja artesanal produzida com polpa de acerola e Alves (2014) encontrou entre 1,29 e 1,84, em cervejas tipo Pilsen comercializadas em Capina Grande.

Densidade

Conforme os açúcares vão sendo metabolizados anaerobicamente pela levedura em álcoolis, a densidade da bebida vai sendo reduzida com o avançar da fermentação (NUNES, 2017). Durante o período de armazenamento o valor de densidade reduziu de 1.007,97g a 1.005,16 g.cm⁻³. Estes valores foram inferiores aos relatados por Téfoli (2014), que teve densidades 1,009g/cm³ na amostra D e E; e Alves (2014) obteve valor semelhante 1,008g/cm³, em cervejas tipo Pilsen comercializadas em Capina Grande.

Na análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 0,024 e conforme o teste F obtido 114,137, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, foram significativas em função dos dias de armazenamento, sendo cada tempo de armazenamento diferenciou entre si. Ao observar a densidade em cada variável notamos correlação com os açúcares totais (-0,8248) e extrato aparente (0,9991), foram significativas a nível de 5%.

Extrato Real

O percentual de extrato real representa todos os sólidos que fazem parte da composição da cerveja, ou seja, indica a quantidade de açúcares, dextrinas e proteínas restantes na cerveja depois da fermentação que não foram transformados em álcool (BRASIL, 2009).

Os valores do extrato real variaram entre 3,04 e 3,91% e na análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 1,517 e conforme o teste F obtido 230,216, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, foram significativas em função dos dias de armazenamento. Ao observar o extrato real em cada variável notamos que as correlações com: pH (-0,5974), acidez total (-0,9733), açúcar total (0,7843) e extrato primitivo (1,000), que está diretamente ligada a quantidade de substâncias do mosto que deu origem a cerveja, sendo diretamente ligada ao extrato real; foram significativas a nível de 5%. Resultados semelhantes foram encontrados por Pinto (2015) que encontraram valores entre 3,03 e 4,01% de cerveja artesanal com acerola e abacaxi.

O extrato real está relacionado com o corpo, cor, estabilidade da espuma e sabor da cerveja. A maioria das cervejas ricas em extrato real serão mais encorpadas que as demais (BRASIL, 1997).

Extrato Aparente

Segundo a legislação brasileira, o percentual de extrato aparente representa o valor do extrato considerando a presença de álcool, ou seja, após a fermentação (BRASIL, 2009). Os valores do extrato real variaram entre 1,3 e 2,05%, não possuindo classificação específica para a mesma. Análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 3,519 e conforme o teste F obtido 117,929, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, foram significativas em função do período de armazenamento, sendo que todos os tempos se diferenciou entre si. Ao observar o extrato aparente em cada variável notamos que houve correlação com os açúcares totais (-0,8206), densidade (-0,9991), e teor alcoólico (0,6805), sendo o mesmo (extrato aparente) considerado em função ao álcool, após a fermentação, foram significativas a nível de 5%.

Extrato Primitivo

O extrato primitivo refere-se à quantidade de substâncias dissolvidas no mosto e que dão origem à cerveja, sendo expresso em porcentagem em peso (BRASIL, 2009).

Durante o período de armazenamento o valor de extrato primitivo variou entre 2,55 e 2,73%, ficando fora dos parâmetros exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2009), muito abaixo do valor mínimo de cerveja leve que é igual ou superior a 5,0%. Nesse sentido, como a taxa de extrato primitivo se refere à quantidade de ingredientes diferentes da água utilizados na preparação da cerveja, incluindo o carboidrato (açúcar), nota-se que a adição do umbu-cajá e canela aumentaram o extrato primitivo.

Análise de variância obteve um coeficiente de determinação de 0,414 e conforme o teste F obtido 228,435, demonstrou que as variações a nível de 5% no teste tukey, foram significativas em função dos dias de armazenamento. Ao observar o extrato primitivo em cada variável notamos correlação com o pH (-0,5901), ácido total (-0,9732), açúcar total (0,7891) e extrato real (1,000), sendo significativas a nível de 5%.

Cor

Ao longo do armazenamento ocorreu um aumento do L^* , havendo diferença significativa no período de armazenamento (Tabela 2). O L^* indica o grau de luminosidade que varia de 0 (preto) a 100 (branco). Resultados semelhantes foram encontrados por Rosa et al. (2017), que encontram valores crescentes de luminosidade de L^* , variando de 42,84 a 47,59 no T3 (tempo de armazenamento de 60 dias), em cervejas produzidas com pitaya. Por outro lado, o a^* diminuiu ao longo dos meses, havendo diferença significativa no período de armazenamento (variando do verde ao vermelho), onde o mesmo autor encontrou na cerveja feita com pitaya valores muito menores, tendo valor positivo apenas em um tratamento (T4) de 2,28, também no armazenamento de 60 dias. Nesse sentido, os valores de a^* são bem baixos em relação os valores do b^* , podendo assim dizer que a coloração indicou amarelo bem acentuado.

Tabela 2: Resultados das análises de cor da cerveja artesanal maturada com umbu-cajá e canela, durante 60 dias de armazenamento.

Parâmetros	Período de armazenamento (dias)		
	T0	T30	T60
L	38,05±0,09 ^b	38,96±0,1 ^a	39,19±0,3 ^a
a^*	6,33±0,06 ^a	6,21±0,01 ^b	6,18±0,01 ^b
b^*	16,58±0,06 ^a	16,34±0,2 ^{ab}	16,08±0,01 ^b
C^*	17,85±0,04 ^a	17,8±0,005 ^a	17,6±0,34 ^b
$^{\circ}H$	68,97±0,2 ^a	69,13±0,01 ^a	67,03±0,05 ^b

Resultados expressos a partir da média seguida do desvio-padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey. Sem letra não houve variação. a^* (croma verde-vermelho), b^* (croma azul-amarelo), L^* (luminosidade), c^* (intensidade da cor), $^{\circ}H$ (tonalidade da cor).

Houve também uma redução no parâmetro b^* , inicialmente apresentou valor de 16,58 no tempo 0 e ao fim dos 60^o dias de armazenamento chegou a 16,08, havendo diferença significativa no período de armazenamento da cerveja. Esse parâmetro b^* indica os tons que variam do azul ao amarelo, sendo que quando o valor positivo indica a maior presença do amarelo ($+b^*$), tonalidade característica da polpa de umbu-cajá que foi empregada como matéria-prima.

Os parâmetros C* e °H são derivados das coordenadas colorimétricas acima citadas. O primeiro indica a intensidade da cor, variável que aumenta à medida que os valores se afastam da origem 0° e se aproximam de 60°, se movimentando no sentido anti-horário (FURTADO, 2013; BATISTA, 2016). O °H refere-se à tonalidade da cor que é medido em graus.

O parâmetro C* teve diferença significativa no tempo no teste de Tukey a 5%, e os valores obtidos de ficaram entre 17,85 a 17,6 sendo superiores aos relatados por Santa et al. (2017) que obteve 16,4 nas cervejas T1 e T2 nas cervejas com infusão de erva-mate. Para °H, o valor variou entre 67,03° e 69,13°, sendo possível observar, através do círculo de cor que explica o parâmetro de cor ângulo hue, a classificação da cor da cerveja como amarelo alaranjado conforme este sistema.

Análise Sensorial

Quanto a avaliação sensorial, os resultados obtidos indicaram que a cerveja artesanal avaliada apresentou uma boa aceitabilidade diante dos 70 provadores não treinados. Os valores das médias ficaram entre valores esperados, ficando todos acima de 6,0. As notas médias obtidas em cada um dos parâmetros avaliados durante a análise sensorial estão apresentadas no gráfico abaixo.

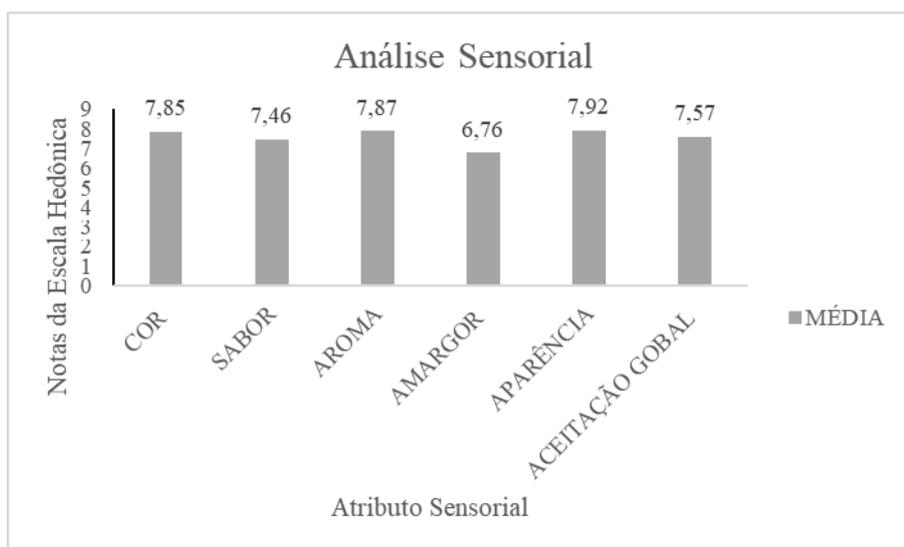


Gráfico 01: Resultados médios obtidos durante a análise sensorial da cerveja artesanal maturada com umbu-cajá e canela.

O atributo que teve a nota média maior foi a aparência, que caracteriza por ser principal atributo na escolha de um produto. Seguindo por aroma e cor, respectivamente 7,87 e 7,85. Segundo Silva (2008), a adição de frutas ao processamento de cervejas garante um aroma único a cada produto. Página | 130

O amargor foi o parâmetro que ficou com a nota mais baixa em relação aos demais, com 6,76 semelhante a cerveja de gengibre estudada por Tozetto (2017), que teve o amargo com menor valor médio dentre os parâmetros avaliados.

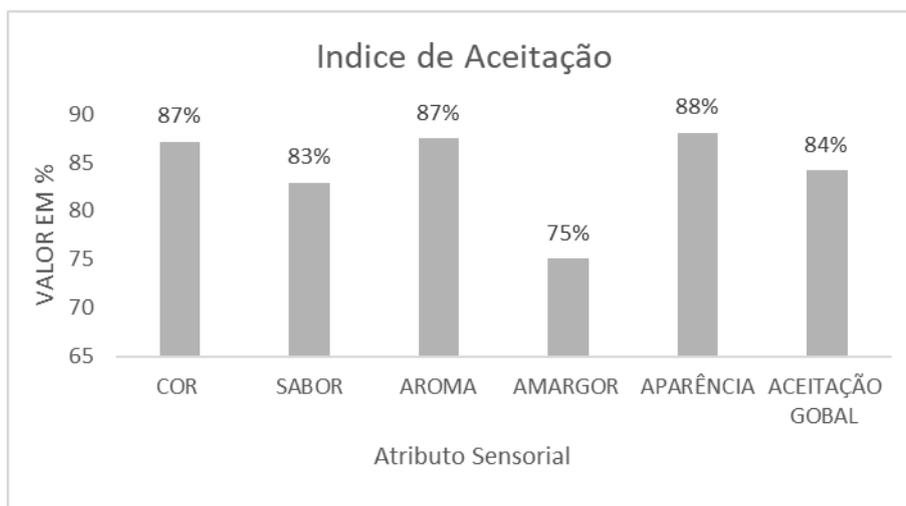


Gráfico 02: Índice de aceitação para os parâmetros avaliados da cerveja artesanal de umbu-cajá e canela.

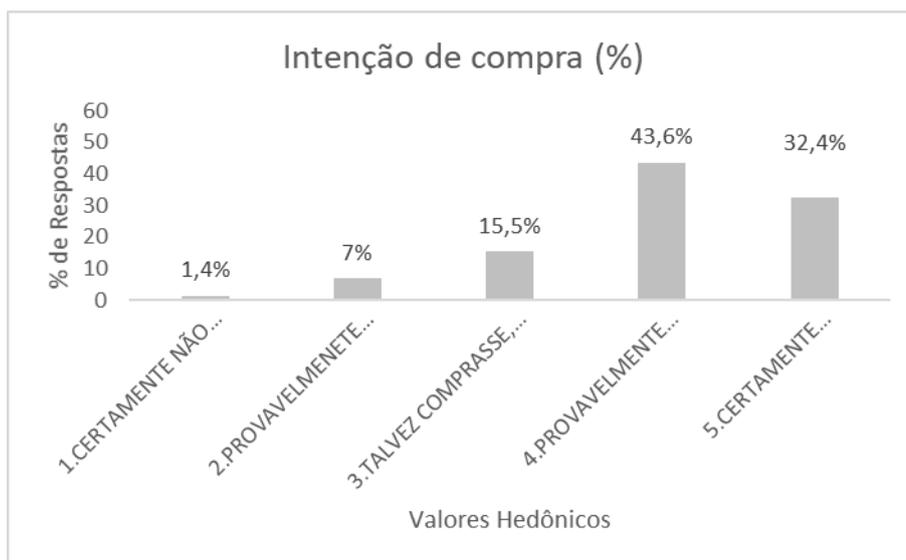


Gráfico 3: Intenção de compra da cerveja artesanal maturada com umbu-cajá e canela, em relação à frequência dos valores hedônicos atribuídos a intenção de compra.

A aceitação global do produto obteve média de 7,57. O índice de aceitação para cada parâmetro ficou entre 75% a 88%, tendo o parâmetro amargo como o menos aceito. Nesse sentido, a cerveja além de ser uma grande inovação no âmbito cervejeiro teve uma grande aceitação entre os provadores, caracterizando assim como um produto que vem agregar valores ao fruto regional de umbu-cajá e canela. A intenção de compra, foi avaliada e 76% dos avaliadores responderam que provavelmente ou certamente compraria o produto. O produto traz inovação no âmbito alimentício, trazendo então curiosidade aos consumidores, a intenção de compra positiva é de grande importância para uma posterior comercialização.

CONCLUSÃO

A cerveja artesanal maturada com umbu-cajá e canela durante o seu período de armazenamento apresentou variações físico-químicas, mantendo-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, com exceção do extrato primitivo. A cerveja foi bastante aceita pelos potenciais consumidores, mostrando assim ser uma alternativa no mercado de bebidas fermentadas com a introdução de um novo produto com potencial de mercado, agregando valor os frutos de umbu-cajá e canela.

REFERÊNCIAS

1. ABBOTT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Beltsville, MD 20705, EUA, v. 15, n. 3, p. 207-225, 1999.
2. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (2008). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008
3. ALVES, L. M. F. **Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba**. 43p. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Química Industrial. UEP. Campina Grande, p. 43, 2014.
4. BAERT, J. J. *et al.* On the origin of free and bound staling aldehydes in beer. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 60, n. 46 p. 11449-11472, 2012.

5. BARCELOS, A. C. *et al.* **TCIC II Produção e análise de cerveja artesanal.** Ouro Branco, 2015.
6. BATISTA, A. M. **Desenvolvimento do fermentado alcoólico do fruto goiaba branca (*Psidium guajava*) cv. Kumagai – Myrtaceae.** 2016. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2016.
7. BRASIL. Decreto n. 2.314, de 4 de setembro de 1997. Regulamenta a lei n 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 República Federativa do Brasil**, Brasília, 5 set. 1997.
8. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 jun. 2009.**
9. CARVALHO, N. B. **Cerveja artesanal: pesquisa mercadológica e aceitabilidade sensorial**, 2015. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 2015.
10. CERVBRASIL. Anual da Cerveja. 2019. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuario-da-cerveja-2019/. Acesso em: 18 jul. 2020.
11. DALGLIESH, C. E. Flavour stability. **Proceedings of the European Brewery Convention Congress**, Amsterdam, p. 623-659, 1977.
12. DANTAS, C. E. A.; SILVA, J. L. A. Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química. **Holos**, Currais Novos, v. 2, p. 108-121, 2017.
13. DELLA LUCIA, S. M. **Métodos estatísticos para avaliação da influência de características não sensoriais na aceitação, intenção de compra e escolhas do consumidor.** Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 2008.

14. DENG, Y. *et al.* Influence of ultrasound assisted thermal processing on the physicochemical and sensorial properties of beer. **Ultrasonics Sonochemistry**, Qingdao, v. 40, parte A, p. 166-173, 2018.
15. DUCRUET, J. *et al.* Amber ale beer enriched with goji berries—The effect on bioactive compound content and sensorial properties. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 226, p. 109-118, 2017.
16. FELLOWS, P. J. **Fermentação**. *In:* Tecnologia do Processamento de Alimentos, edição nº2, Porto Alegre, RS: Artmed. p.450, 2008.
17. FERNANDES, L. M. **Viabilidade de produção e caracterização de cerveja artesanal com acerola (*Malpighia emarginata* DC)** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.
18. FERNÁNDEZ-NOVALES, J. *et al.* Shortwave-near infrared spectroscopy for determination of reducing sugar content during grape ripening, winemaking, and aging of white and red wines. **Food Research International**, Cordoba, v. 42, n. 2, p. 285-291, 2009.
19. FURTADO, A. M. S. **Evolução da composição físico-química e das características cromáticas de vinhos durante a vida de prateleira secundária**. 2013. 72 f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.
20. GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. *In:* SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais**[...] Cruz das Almas: Embrapa - CNPMF, 1993, p.13-27.
21. GOIANA, M. L. *et al.* Análises físico-químicas de cervejas artesanais pale ale comercializadas em fortaleza, Ceará. 2016. *In:* XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (Departamento de Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2016
22. GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. **Análise físico-químicas de alimentos**. Viçosa: Editora UFV. p. 303, 2012.

23. GÓMEZ-CORONA, C. *et al.* Craft vs. industrial: Habits, attitudes and motivations towards beer consumption in Mexico. **Appetite**, London, v. 96, p. 358-367, Jan. 2016.
24. HOFFMANN, A. *et al.* Adubação em pomares: métodos de quantificação das doses de fertilizantes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.18, n. 2, p. 161-169, 1996.
25. KEUKELEIRE, D. Fundamentals of beer and hop chemistry. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 108-112, 2000.
26. KLEBAN, J.; NICKERSON, I. To Brew, or Not to Brew-That Is the Question: An Analysis of Competitive Forces in the Craft Brew Industry. **Journal of the International Academy for Case Studies**. Arden, v. 18, n. 3, p. 59-81, 2012.
27. LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. Nova Iorque, EUA, Springer, pp. 619. 2010
28. LENTZ, M. *et al.* Genetic and physiological characterization of yeast isolated from ripe fruit and analysis of fermentation and brewing potential. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 120, n. 4, p. 559-564, 2014.
29. MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.
30. NEGRAES, P. **Guia A-Z de plantas: condimentos**. São Paulo: Bei Comunicação, p. 550 2003.
31. NEGRULESCU, A. *et al.* Adapting the reducing sugars method with dinitrosalicylic acid to microtiter plates and microwave heating. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 23, n. 12, p. 2176-2182, 2012.
32. NGAPO, T. M. *et al.* Consumer perceptions: pork pig production. Insights from France, England Sweden and Denmark. **Meat Science**, Denmark, v. 66, n. 1, p. 125-134, 2003.
33. NUNES, R. C. *et al.* Desenvolvimento e caracterização físico-química em cerveja artesanal estilo red ale com adição de especiarias. **Revista Latino Americana de Cerveja**, Blumenau, v. 89065, p. 102-109, 2017.
34. OLIVEIRA, S. E. **Produção do vinho espumante pelo método Champenoise**. Título de graduação. Instituto Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 44p. 2010.

35. OLIVEIRA, N. A. M. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. 2011. 44f. Monografia de especialização - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.
36. PATERNOSTER, A. *et al.* The performance of beer packaging: Vibration damping and thermal insulation. **Food Packaging and Shelf Life**, Antuérpia, v. 11, p. 91-97, 2017.
37. PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food Bioprocess Technol.* United States, v. 6, n. 1, p. 36-60, 2013.
38. PINTO, L. Í. F. P. Acerola (*Malpighia emarginata* DC) e Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) como adjunto no processamento de cerveja: caracterização e aceitabilidade. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
39. PRASAD, M. P. In-vitro evaluation of antioxidant properties of fermented fruit beer samples. *International Journal of Science and Research*, v. 3, n. 11, p. 1545-1550, 2014.
40. RITZINGER, R. *et al.* Caracterização e avaliação de germoplasma de umbu-cajeira no Estado da Bahia. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS*, 1., 2001.
41. ROSA, C. T. *et al.* Estudo da Adição de Pitaya na Produção de Cerveja. **Revista Latino Americana de Cerveja**, Blumenau, v. 89065, p. 196 – 201, 2017.
42. SAISON, D. *et al.* Characterisation of the flavour and the chemical composition of lager beer after ageing in varying conditions. **Brewing Science**, Pikes Peak, v. 63, p. 41-53. April 2010.
43. SANTA, O. R. D. *et al.* Produção de cerveja com adição de erva mate fermentada por *ganoderma lucidum*. **Revista Latino Americana de Cerveja**, Blumenau, v. 89065, p. 263-269, 2017.
44. SANTOS, S. C. *et al.* Elaboração e análise sensorial do fermentado de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). **Brazilian journal of food technology**, 5º SIPAL, p. 47-50, 2005.
45. SILVA, P. H. A. *et al.* Avaliação da composição química de fermentados alcóolicos de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*). **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 595-600, 2008.

46. SILVA, W. S. da. **Qualidade e Atividade Antioxidante em Frutos de Variedades de Aceroleira. Fortaleza**, 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2008.
47. STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. Philadelphia, EUA, Academic Press, Elsevier. 473p. 2004.
48. TAYLOR, K. Sour Beers: It's more than just pH. **Craft brewers conference**. San Diego- CA, v. 1, n. 1, p 12- 16, 2015.
49. TÓFOLI, R. J. **Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química de cerveja comerciais e artesanais**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado em química) - Instituto Municipal de Ensino Superior do Município de Assis- IMESA e Fundação Educacional do Município de Assis-FEMA, Assis - SP, 2014.
50. TOZETTO, Luciano Moro. **Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2017. 80p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.
51. TRINDADE, S. C. **Incorporação de amora na elaboração de cerveja artesanal**. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS, 2019.
52. VANDERHAEGEN, B. *et al.* The chemistry of beer aging - a critical review. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 95, n. 3, p. 357–381, 2006.
53. VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**, v. 1. São Paulo, SP: Editora Blucher, 461p. 2010.
54. VIANA, E. S. **Embrapa realiza curso sobre processamento de frutas**. Disponível em: <http://blog.cnpat.embrapa.br/index.php?s=ipa>. Acesso em: 29 fev. 2008.