

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo
desta tese será
disponibilizado somente
a partir de 20/04/2020.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

GUILHERME LORENCINI SCHUINA

UTILIZAÇÃO DE PLANTAS AMARGAS EM SUBSTITUIÇÃO AO
LÚPULO NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO
AMERICAN LAGER

São José do Rio Preto – SP
2018

GUILHERME LORENCINI SCHUINA

UTILIZAÇÃO DE PLANTAS AMARGAS EM SUBSTITUÇÃO AO
LÚPULO NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO
AMERICAN LAGER

Tese apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto, como pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos.

Financiadora: CAPES

Orientador: Prof. Dr. Vanildo Luiz Del Bianchi

São José do Rio Preto – SP

2018

Schuina, Guilherme Lorencini.

Utilização de plantas amargas em substituição ao lúpulo na produção de cerveja artesanal tipo american lager / Guilherme Lorencini Schuina . -- São José do Rio Preto, 2018
124 f. : il., tabs.

Orientador: Vanildo Luiz Del Bianchi

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Tecnologia de alimentos. 2. Cerveja. 3. Bebidas fermentadas. 4. Carqueja. 5. Quina. 6. Alcachofra. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 663.4

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

GUILHERME LORENCINI SCHUINA

UTILIZAÇÃO DE PLANTAS AMARGAS EM SUBSTITUIÇÃO
AO LÚPULO NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL
TIPO AMERICAN LAGER

Tese apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto, como pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Vanildo Luiz Del Bianchi
Unesp – São José do Rio Preto
Orientador

Prof. Dr. Vitor Manfroi
UFRGS – Porto Alegre

Prof^a. Dr^a. Raquel Vieira de Carvalho
UFES – Alegre

Prof. Dr. Crispin Humberto Garcia Cruz
Unesp – São José do Rio Preto

Dr^a. Iasnaia Maria de Carvalho Tavares
Unesp – São José do Rio Preto

São José do Rio Preto – SP
20 de abril de 2018

Dedico este trabalho a minha família, pelo apoio e dedicação sempre prestados em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por meio de quem alcançamos todos os momentos vividos, as amizades conquistadas e vitórias alcançadas ao longo deste período.

À Ingrid e ao Gabriel, por toda força, compreensão e amor em todos os momentos.

Aos meus familiares, principalmente à minha mãe; ao meu pai e ao meu irmão, pelo amor, carinho e por todo apoio que me deram ao longo desta caminhada.

A todos os amigos, sempre muito importantes durante esta trajetória, em especial aos amigos do Laboratório de Bioprocessos.

Ao Professor Vanildo, pela orientação, pelos ensinamentos transmitidos, pela amizade, pela paciência pelas oportunidades dadas ao longo da realização deste trabalho.

À Professora Ana Carolina Conti e Silva, pela ajuda prestada na análise sensorial. Ao professor Giovanni Brandão Mafra de Carvalho, pela coorientação.

Aos professores membros da banca examinadora, pelas contribuições e correções feitas neste trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, pelos ensinamentos passados e pelo convívio.

À Unesp e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, pela oportunidade de realizar este curso. À CAPES pela bolsa.

E a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

Obrigado!

Resumo

A cerveja é um produto fermentado composto basicamente por malte de cevada, água, lúpulo e adjuntos sob ação de micro-organismos apropriados. O lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma planta trepadeira pertencente à família *Cannabaceae*. Sua área de cultivo é restrita a duas faixas: uma no hemisfério sul e outra no hemisfério norte (entre os paralelos 35° e 55°), sendo difícil sua produção em diversos países, como no Brasil, por exemplo. Com isso, o intuito deste trabalho foi avaliar a possibilidade de utilização de diferentes plantas amargas em substituição ao lúpulo na produção de cerveja *american lager* artesanal. Foi avaliado o uso de carqueja, quina, pau tenente, guatambu e alcachofra como substituintes de lúpulo, foram elaboradas cervejas contendo cinco concentrações de cada planta amarga. As cervejas foram avaliadas físico-quimicamente (extrato aparente, extrato original, teor alcoólico, pH, cor, turbidez, atenuação aparente e amargor) e sensorialmente (aceitação, intensidade de amargor, ideal de intensidade de amargor e intenção de compra). As cervejas, de cada formulação, com concentração mais bem avaliadas foram comparadas entre si por meio de análises físico-químicas, aceitação e descrição sensorial. Pode-se perceber que a substituição do lúpulo por diferentes plantas amargas não causou prejuízo às características físico-químicas da cerveja, obtendo-se padrões próximos quando da produção apenas com o lúpulo e semelhante aos descritos na literatura. Sensorialmente, deve-se atentar a concentração dos substituintes, pois altas concentrações tendem a causar rejeição sensorial das amostras. Portanto, a substituição do lúpulo por diferentes plantas amargas é viável, sendo que a carqueja foi a que apresentou melhor potencial de utilização.

Palavras-chave: Amargor. Quina. Carqueja. Pau tenente. Guatambu. Alcachofra.

Abstract

Beer is a fermented product made of barley malt, water, hops and adjuncts under the action of appropriate microorganisms. Hops is a climbing plant belonging to the family Cannabaceaea. The cultivation is restricted to two areas: one in the southern hemisphere and another in the northern hemisphere (between the 35th and 55th parallels), being difficult to produce in many countries, as in Brazil, for example. The purpose of this work was to evaluate the use of different bitter plants as hops substitutes in American lager craft beer production. For this, the use of carqueja, quina, pau tenente, guatambu and artichoke as hops substitute was evaluated, and beers containing five concentrations of each bitter plant were made. The beers were physico-chemically evaluated (original gravity, final gravity, alcohol content, pH, color, turbidity, apparent attenuation and bitterness) and sensoriality (acceptance, ideal bitterness, ideal bitterness intensity and purchase intention). The better evaluated beer concentration of each plant were compared by physical-chemical analyzes, sensorial acceptance and sensorial description. The substitution of hops by different bitter plants did not affect the physico-chemical characteristics of the beer, obtaining values close to the beer using only hops and similar to the described in the literature. Sensorially, attention should be paid to the concentration of the substituents, since high concentrations may cause sensorial rejection of the samples. We can conclude that the replacement of hops by different bitter plants is viable, and the carqueja was the one that presented the best potential of use.

Keywords: Bitterness. Quina. Carqueja. Pau tenente. Guatambu. Artichoke.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CEVADA DE 6 FILEIRAS E CEVADA DE 2 FILEIRAS.	19
FIGURA 2 - ESTRUTURA DO GRÃO DE CEVADA	20
FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO DA FLOR FEMININA DO LÚPULO.	27
FIGURA 4 - ESTRUTURA QUÍMICA DOS A-ÁCIDOS E INDUÇÃO TÉRMICA QUE OCORRE DURANTE A FERVURA DO MOSTO.....	28
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DA FABRICAÇÃO DE CERVEJA.....	31
FIGURA 6 – MOINHO DE MARTELO (A), ROLO (B) E DISCO (C).....	32
FIGURA 7 – CURVA DE MOSTURAÇÃO POR INFUSÃO MÚLTIPLA.	33
FIGURA 8 - CURVA DE MOSTURAÇÃO POR DECOCCÃO.....	34
FIGURA 9 – GELATINIZAÇÃO E SACARIFICAÇÃO DO AMIDO DURANTE A MOSTURAÇÃO.....	35
FIGURA 10 – TEMPERATURA DE GELATINIZAÇÃO DE ALGUNS AMIDOS EM RELAÇÃO A TEMPERATURA DE MOSTURAÇÃO.	36
FIGURA 11 – ATUAÇÃO DE A – AMILASE E B – AMILASE NA CADEIA DE AMILOPECTINA.	36
FIGURA 12 – ISOMERIZAÇÃO DAS HUMULONAS PARA PRODUÇÃO DOS ISO-A-ACIDOS NO MOSTO	40
FIGURA 13– CINÉTICA DA FERMENTAÇÃO DE CERVEJA	43
FIGURA 14 – ALTERAÇÕES NO NÍVEL DE ÁLCOOIS SUPERIORES E ÉSTERES AO LONGO DA FERMENTAÇÃO DE ALE (A) E LAGER (B).....	44
FIGURA 15 – FLUXOGRAMA DA FABRICAÇÃO DA CERVEJA.....	57
FIGURA 16 - CURVA DE MOSTURAÇÃO UTILIZADA NO EXPERIMENTO.....	58
FIGURA 17 - FICHA UTILIZADA NOS TESTES DE ACEITAÇÃO SENSORIAL	61
FIGURA 18 - FICHA UTILIZADA NOS TESTES DE PERFIL DESCRITIVO OTIMIZADO ...	64
FIGURA 19 – DENDOGRAMA RESULTANTE DA ANÁLISE DE CLUSTER PARA ACEITAÇÃO GLOBAL DAS AMOSTRAS DE CERVEJA UTILIZANDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CARQUEJA	76
FIGURA 20 – MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO PARA ACEITAÇÃO GLOBAL DAS CERVEJAS CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CARQUEJA EM SUBSTITUIÇÃO AO LÚPULO.	77

FIGURA 21 – DENDOGRAMA RESULTANTE DA ANÁLISE DE CLUSTER PARA O AROMA DAS AMOSTRAS DE CERVEJA UTILIZANDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CARQUEJA	78
FIGURA 22 – MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO PARA O AROMA DAS CERVEJAS UTILIZANDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CARQUEJA	78
FIGURA 23 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA PARA INTENSIDADE DE AMARGOR IDEAL DAS CERVEJAS UTILIZANDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CARQUEJA	80
FIGURA 24 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA PARA INTENÇÃO DE COMPRA DAS CERVEJAS UTILIZANDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CARQUEJA EM SUBSTITUIÇÃO AO LÚPULO.	81
FIGURA 25 – DENDOGRAMA E MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO PARA ACEITAÇÃO GLOBAL DAS AMOSTRAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALCACHOFRA.	85
FIGURA 26 - DENDOGRAMA E MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO PARA O AROMA DAS AMOSTRAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALCACHOFRA	85
FIGURA 27 - DENDOGRAMA PARA ACEITAÇÃO GLOBAL DAS AMOSTRAS CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE QUINA	89
FIGURA 28 - MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO PARA AMOSTRAS CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE QUINA.	90
FIGURA 29 - DENDOGRAMA DA ACEITAÇÃO GLOBAL DAS AMOSTRAS CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PAU TENENTE (A) E GUATAMBU (B)	94
FIGURA 30- MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO DA ACEITAÇÃO GLOBAL DAS AMOSTRAS CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PAU TENENTE (A) E GUATAMBU (B).....	95
FIGURA 31 - DENDOGRAMA DA ACEITAÇÃO GLOBAL DAS AMOSTRAS CONTENDO DIFERENTES SUBSTITUINTES DE LÚPULO.....	99
FIGURA 32 - MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO DA ACEITAÇÃO GLOBAL DAS AMOSTRAS CONTENDO DIFERENTES SUBSTITUINTES DE LÚPULO	99
FIGURA 33 – ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DO PERFIL DESCRITIVO OTIMIZADO.....	105

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TIPOS DE MALTE, CLASSIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO	23
TABELA 2 – MINERAIS ENCONTRADOS NA ÁGUA E SUA CONTRIBUIÇÃO À CERVEJA	25
TABELA 3– LISTA DOS TERMOS DESCRITIVOS E RESPECTIVAS REFERENCIAS	63
TABELA 4– TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS DIFERENTES EXTRATOS AQUOSOS.....	66
TABELA 5 – CONCENTRAÇÃO MÍNIMA INIBITÓRIA DAS INFUSÕES DAS PLANTAS AMARGAS FRENTE A DIFERENTES MICRO-ORGANISMOS.....	68
TABELA 6 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CARQUEJA	69
TABELA 7 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALCACHOFRA	69
TABELA 8 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE QUINA	70
TABELA 9 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GUATAMBU	70
TABELA 10 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PAU TENENTE	71
TABELA 11 - ACEITAÇÃO SENSORIAL DAS CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CARQUEJA.....	75
TABELA 12 - INTENÇÃO DE COMPRA, INTENSIDADE DE AMARGOR E IDEAL DE INTENSIDADE DE AMARGOR PARA CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CARQUEJA.....	79
TABELA 13 - ACEITAÇÃO SENSORIAL DAS CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALCACHOFRA.....	83
TABELA 14 - INTENÇÃO DE COMPRA, INTENSIDADE DE AMARGOR E IDEAL DE INTENSIDADE DE AMARGOR PARA CERVEJAS CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALCACHOFRA	86
TABELA 15 - ACEITAÇÃO SENSORIAL DAS CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE QUINA.	87

TABELA 16 - INTENÇÃO DE COMPRA, INTENSIDADE DE AMARGOR E IDEAL DE INTENSIDADE DE AMARGOR PARA CERVEJAS CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE QUINA	88
TABELA 17 - ACEITAÇÃO SENSORIAL DAS CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PAU-TENENTE	92
TABELA 18 - ACEITAÇÃO SENSORIAL DAS CERVEJAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GUATAMBU.....	92
TABELA 19 - INTENÇÃO DE COMPRA, INTENSIDADE DE AMARGOR E IDEAL DE INTENSIDADE DE AMARGOR PARA CERVEJAS CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PAU TENENTE	93
TABELA 20 - INTENÇÃO DE COMPRA, INTENSIDADE DE AMARGOR E IDEAL DE INTENSIDADE DE AMARGOR PARA CERVEJAS CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GUATAMBU	93
TABELA 21 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS COM DIFERENTES SUBSTITUINTES DE LUPULO	97
TABELA 22 - ACEITAÇÃO SENSORIAL DAS CERVEJAS.COM DIFERENTES SUBSTUINTES DE LÚPULO	100
TABELA 23 - INTENÇÃO DE COMPRA, INTENSIDADE DE AMARGOR E IDEAL DE INTENSIDADE DE AMARGOR PARA CERVEJAS COM DIFERENTES SUBSTITUINTES DE LUPULO	101
TABELA 24 – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS ATRIBUTOS SENSORIAIS AVALIADOS	102
TABELA 25 – NOTAS MÉDIAS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS AVALIADOS NO PERFIL DESCRITIVO OTIMIZADO	103

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	OBJETIVO	17
2.1.	Objetivo Geral.....	17
2.2.	Objetivos Específicos.....	17
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1.	Matérias Primas.....	19
3.1.1.	Cevada	19
3.1.1.1.	Maltagem.....	21
3.1.2.	Adjunto	23
3.1.3.	Água	24
3.1.4.	Levedura	26
3.1.5.	Lúpulo.....	27
3.2.	Tipos de cerveja	29
3.3.	Processamento.....	31
3.3.1.	Moagem.....	31
3.3.2.	Mosturação	33
3.3.3.	Filtração.....	37
3.3.4.	Fervura.....	38
3.3.5.	<i>Whirlpool</i> e resfriamento.....	41
3.3.6.	Fermentação	41
3.3.7.	Maturação.....	45
3.3.8.	Clarificação.....	46
3.3.9.	Carbonatação	47
3.3.10.	Pasteurização	48
3.3.11.	Envase.....	49
3.4.	Avaliação e controle de qualidade da cerveja	49
3.5.	Alternativas ao lúpulo	51
3.5.1.	Carqueja.....	52
3.5.2.	Alcachofra	52
3.5.3.	Quina	53

3.5.4.	Pau tenente.....	53
3.5.5.	Guatambu	54
4.	METODOLOGIA.....	55
4.1.	Caracterização das plantas amargas	55
4.1.1.	Compostos fenólicos totais.....	55
4.1.2.	Atividade Antioxidante	56
4.1.2.1.	DPPH.....	56
4.1.2.2.	ABTS.....	56
4.1.3.	Atividade Antimicrobiana	56
4.2.	Produção das Cervejas	57
4.3.	Estimativa da melhor concentração de cada substituinte.....	59
4.4.	Análises Físico-químicas das cervejas	59
4.4.1.	Teor alcoólico.....	59
4.4.2.	pH	59
4.4.3.	Cor	59
4.4.4.	Amargor.....	60
4.4.5.	Turbidez.....	60
4.4.6.	Extrato Original	60
4.4.7.	Extrato Aparente.....	60
4.4.8.	Atenuação Aparente	60
4.5.	Análise sensorial	61
4.5.1.	Aceitação sensorial.....	61
4.5.2.	Perfil descritivo otimizado	62
4.6.	Análise Estatística	65
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
5.1.	Caracterização das plantas amargas	66
5.1.1.	Análises físico-químicas.....	68
5.2.	Análise sensorial	73
5.2.1.	Carqueja.....	74
5.2.2.	Alcachofra	81
5.2.3.	Quina	86
5.2.4.	Pau Tenente e Guatambu.....	90

5.3.	Comparação entre os diferentes substituintes de lúpulo	95
5.3.1.	Caracterização físico-química	96
5.3.2.	Análise sensorial.....	98
5.3.2.1.	Aceitação	98
5.3.2.2.	Análise descritiva	101
6.	CONCLUSÃO	106
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
	APÊNDICE A - Questionário de recrutamento de avaliadores.....	120
	APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido	122
	APÊNDICE C - Questionário de frequência de consumo de cerveja.....	124

1. INTRODUÇÃO

A produção de cerveja é uma técnica antiga. Sua produção já era conhecida mesmo antes de se obter conhecimento sobre microbiologia e/ou enzimologia. A difusão da cerveja no mundo se iniciou com os Egípcios, que tornaram a cerveja conhecida para outros povos orientais, chegando, a partir daí, à Europa e, por meio dela, para o resto do mundo. No Brasil, a cerveja chegou em 1808, trazida pela família real portuguesa.

O Brasil se encontra hoje entre os quatro maiores produtores de cerveja do mundo, juntamente com China, Estados Unidos e Alemanha. Vale ressaltar que a cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no país, sendo que a taxa de consumo per capita vem aumentando ao longo dos anos.

Vem crescendo no país, também, o segmento de micro-cervejarias, mais conhecidas como cervejarias artesanais, tornando-se, hoje em dia, um mercado atraente para ser explorado. Este setor vem se consolidando, pois, a intenção desses estabelecimentos não é concorrer diretamente com as líderes de mercado mas, sim, atingir um tipo de consumidor diferente, que se importa com as características sensoriais da cerveja.

O crescimento e consolidação deste setor propicia um aumento na demanda por pesquisas buscando melhorias na qualidade de matérias-primas, na qualidade tecnológica do processo da produção e na busca por ingredientes/adjuntos diferenciados.

A cerveja pode ser definida como bebida obtida pela fermentação de mosto cervejeiro de malte de cevada e água, com adição de lúpulo, por meio da ação de leveduras.

A cerveja *American lager* é conhecida popularmente no Brasil como *pilsen* por ter sua origem ligada à cidade de Pilsen, na Bohemia, República Tcheca. É uma cerveja produzida com água de baixa dureza, teor de extrato primitivo entre 11 e 13,5%, resultando em um teor alcoólico de 3 a 5 °GL. Ela se caracteriza por ser produzida utilizando malte do tipo *pilsen*, adjuntos e baixa quantidade de lúpulo. Tem ainda como características sensoriais principais: sabor refrescante e bem arredondado, cor brilhante e clara, lembrando a ouro polido e espuma densa de longa duração.

O lúpulo é uma planta típica de regiões frias, e de difícil a produção no Brasil. Os cones são estruturas das flores femininas do lúpulo, nos quais se encontram as lupulinas (resinas e óleos essenciais), responsáveis pelo amargor e aroma transmitidos à cerveja.

Por ter como principal característica sensorial promover o amargor na cerveja, a utilização de outras substâncias amargas surge como uma alternativa à substituição (parcial ou total) do lúpulo no processo cervejeiro.

O Brasil, devido à sua localização geográfica, possui clima favorável para o desenvolvimento de várias espécies de plantas, muitas das quais já são utilizadas na alimentação humana, em cosméticos, medicamentos e na medicina popular.

As denominadas plantas amargas fazem parte desta biodiversidade. Estas plantas geralmente são consumidas na forma de infusões aquosas, com uso geralmente correlacionado à medicina popular.

Diante disto, este trabalho buscou avaliar o potencial de plantas amargas, tipicamente brasileiras, no processo cervejeiro, aplicando-as como substituintes total de lúpulo.

6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados expostos, conclui-se que é possível a elaboração de cervejas com o uso de plantas amargas em substituição ao lúpulo, obtendo-se uma cerveja de excelente qualidade, que apresente características físico-químicas satisfatórias e boa aceitação sensorial.

Todos os substituintes avaliados conseguiram, em ao menos uma das concentrações testadas, boa aceitação sensorial, ficando isto mais evidente na comparação entre os diferentes substituintes de lúpulo.

Existe uma tendência de quão maior a adição dos substituintes de lúpulo, menor a aceitação sensorial da bebida, por isso, deve-se ter atenção à quantidade de substituintes utilizados.

A carqueja foi o substituinte que se apresentou com maior potencial de utilização, sendo bem avaliada sensorialmente em todos os testes realizados, com a cerveja apresentando forte característica herbal, enquanto que a alcachofra foi a menos eficiente neste aspecto, tendo menor aceitação sensorial em relação às demais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADENUGA, W.; OLALEYE, O. N.; ADEPOJU, P. A. Utilization of bitter vegetable leaves (*Gongronema latifolium*, *Vernonia amygdalina*) and *Garcinia kola* extracts as substitutes for hops in sorghum beer production. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 51, p. 8819–8823, 2010.

ALCÂNTARA, V. D. C.; MENEZES, E. G. T. Vinho de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck): um estudo com diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 3, n. 6, p. 780–785, 3 nov. 2017.

ALICIEO, T. V. R. et al. Análise do uso da membrana cerâmica de 0,2 µm na clarificação de cerveja. **Acta Scientiarum - Technology**, v. 30, n. 2, p. 181–186, 2008.

ALMAGUER, C. et al. *Humulus lupulus* - a story that begs to be told. A review. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 120, n. 4, p. 289–314, 2014.

ALONSO J. R. **Tratado de fitomedicina: bases clínicas y farmacológicas**. Buenos Aires: ISIS, 1998.

ALTINO, H. O. N. et al. Operações unitárias aplicadas a produção de cerveja artesanal. **CENAR**, v. 1, n. 1, p. 1–4, 2015.

ALVES, E. G. et al. Estudo comparativo de técnicas de screening para avaliação da atividade anti-bacteriana de extratos brutos de espécies vegetais e de substâncias puras. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1224–1229, 2008.

AMRI, B. et al. Effects of gibberellic acid on the process of organic reserve mobilization in barley grains germinated in the presence of cadmium and molybdenum. **South African Journal of Botany**, v. 106, p. 35–40, 2016.

ANICHE, G. N.; UWAKWE, G. U. Potential use of *Garcinia kola* as hop substitute in lager beer brewing. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 6, p. 323–327, 1990.

AOKI, N. et al. Programmed cell death in barley aleurone cells is not directly stimulated by reactive oxygen species produced in response to gibberellin. **Journal of Plant Physiology**, v. 171, n. 8, p. 615–618, 2014.

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

ARRUDA, I. N. Q.; PEREIRA JUNIOR, V. A.; GOULART, G. A. S. PRODUÇÃO DE CERVEJA COM ADIÇÃO DE POLPA DE MURICI (*Byrsonima ssp.*). **Interdisciplinar: Revista Eletrônica da Univar**, v. 2, n. 10, p. 129–136, 2013.

BAMFORTH, C. W. Nutritional aspects of beer — a review. **Nutrition Research**, v. 22, p. 227–237, 2002.

BARBOSA, L. F. et al. Estudo fitoquímico de *Aspidosperma illustre* (Apocynaceae). **Anais da 25 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 2003.

BELTRAME, F. L. et al. Avaliação da qualidade das amostras comerciais de *Baccharis trimera* L. (Carqueja) vendidas no Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Health Science**, v. 31, n. 1, p. 37–43, 7 maio 2009.

BIESKI, I. G. C. et al. Ethnopharmacology of Medicinal Plants of the Pantanal Region (Mato Grosso, Brazil). **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2012, p. 1–36, 2012.

BLANCO, C. A.; ROJAS, A.; NIMUBONA, D. Effects of acidity and molecular size on bacteriostatic properties of beer hop derivates. **Trends in Food Science & Technology**, v. 18, n. 3, p. 144–149, mar. 2007.

BONA, C. M. et al. **Carqueja: Cultive esta idéia**. Curitiba: [s.n.].

BORTOLI, D. A. DA S. et al. Leveduras e produção de cervejas - Revisão. **Bioenergia em revista: diálogos**, v. 3, n. 1, p. 45–58, 2013.

BOTSARIS, A. S. Plants used traditionally to treat malaria in Brazil: the archives of Flora Medicinal. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 3, n. 1, p. 18, 2007.

BOULTON, C.; QUAIN, D. **Brewing Yeast and Fermentation**. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, 2006.

BRAEKEN, L.; VAN DER BRUGGEN, B.; VANDECASTEELE, C. Regeneration of brewery waste water using nanofiltration. **Water Research**, v. 38, n. 13, p. 3075–3082, jul. 2004.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical technology, method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science**, v. 28, p. 25–30, 1995.

BRANDAM, C. et al. An original kinetic model for the enzymatic hydrolysis of starch during mashing. **Biochemical Engineering Journal**, v. 13, n. 1, p. 43–52, 2003.

BRIGGS, D. E. et al. **Brewing: science and practice**. 1. ed. New York: CRC Press, 2004.

BRUNELI, L. T.; MANSANO, A. R.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química de cervejas elaboradas com mel. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 1, p. 19–27, 2014.

CARVALHO, D. O. et al. Further insights into the role of melanoidins on the antioxidant potential of barley malt. **Food Chemistry**, v. 160, p. 127–133, out. 2014.

CARVALHO, D. S. DE; ZAMBIAZI, R. C. Avaliação do processo fermentativo de cerveja pilsen pelo uso de diferentes concentrações de *Saccharomyces Cerevisiae*. **Alim.Nutr.**, v. 22, n. 3, p. 351–357, 2011.

CARVALHO, G. B. M. et al. Banana as adjunct in beer production: Applicability and performance of fermentative parameters. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 155, n. 1–3, p. 356–365, 2009.

CARVALHO, G. B. M.; BENTO, C. V.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Elementos Biotecnológicos Fundamentais No Processo Cervejeiro: 1º Parte – As Leveduras. **Revista Analytica**, v. 25, p. 36–42, 2006.

CARVALHO, L. G. Produção de Cerveja. **REDETEC -Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro**, 2007.

CIMINI, A.; MORESI, M. Combined enzymatic and crossflow microfiltration process to assure the colloidal stability of beer. **LWT**, v. 90, p. 132–137, abr. 2018.

COMRIE, A. A. D. BREWING LIQUOR-A REVIEW*. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 73, n. 4, p. 335–346, 8 jul. 1967.

COSENZA, G. P. et al. Bitter plants used as substitute of *Cinchona* spp. (quina) in Brazilian traditional medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 149, n. 3, p. 790–796, out. 2013.

COSTA, R. S. et al. Caracterização física, química e físico-química do extrato seco por nebulização (spray-drying) de *Cynara scolymus* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 90, n. 3, p. 169–174, 2009.

COZZOLINO, D.; ROUMELIOTIS, S.; EGLINTON, J. K. The role of total lipids and fatty acids profile on the water uptake of barley grain during steeping. **Food Chemistry**, v. 151, p. 231–235, 2014.

D'AVILA, R. et al. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 2, p. 60–68, 2012.

DA SILVA, R. DE C. DOS S. N.; MINIM, V. P. R.; DELLA LUCIA, S. M. Perfil Descritivo Otimizado. In: MINIM, V. P. R.; DA SILVA, R. DE C. DOS S. N. (Eds.). . **Análise Sensorial Descritiva**. Viçosa: UFV, 2016. p. 198–220.

DAL RI, G. S.; ROCHA, N. T. F.; VOLPI, R. . A. **O processo de malteação**. [s.l.] Companhia cervejeira BRAHMA Maltaria Navegantes, 1995.

DANERI-CASTRO, S. N. et al. Activity-based protein profiling of hydrolytic enzymes induced by gibberellic acid in isolated aleurone layers of malting barley. **FEBS Letters**, ago. 2016.

DASARI, S.; KÖLLING, R. Cytosolic localization of acetohydroxyacid synthase Ilv2 and its impact on diacetyl formation during beer fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 77, n. 3, p. 727–731, 2011.

DE KEUKELEIRE, D. Fundamentals of beer and hop chemistry. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 108–112, fev. 2000.

DE KEUKELEIRE, J. et al. Relevance of Organic Farming and Effect of Climatological Conditions on the Formation of α -Acids, β -Acids, Desmethylxanthohumol, and Xanthohumol in Hop (*Humulus lupulus* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 1, p. 61–66, 10 jan. 2007.

DE MORI, C.; MINELLA, E. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia. **Embrapa Trigo, Documentos Online**, 2012.

DISLAKEN, D. **Manual do Cervejeiro Caseiro**. [s.l.: s.n.].

DONG, J. J. et al. Predictive analysis of beer quality by correlating sensory evaluation with higher alcohol and ester production using multivariate statistics methods. **Food Chemistry**, v. 161, p. 376–382, 2014.

DRAGONE, G. et al. Revisão: Produção de Cerveja: Microrganismos Deteriorantes e Métodos de Detecção. **Braz. J. Food Technol.**, v. 10, n. 4, p. 240–251, 2008.

DRESEL, M. et al. Comparison of the Analytical Profiles of Volatiles in Single-Hopped Worts and Beers as a Function of the Hop Variety. **Brewing Science**, v. 68, n. 1–2, p. 8–28, 2015.

DUNN, A. R. Packing Tachnology. In: PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. (Eds.). . **Handbook of Brewing**. 2. ed. [s.l.] CRC Press, 2006. p. 563–606.

DUONG, C. T. et al. Identification of Sc-type ILV6 as a target to reduce diacetyl formation in lager brewers' yeast. **Metabolic Engineering**, v. 13, n. 6, p. 638–647,

2011.

DURAND, G. A. et al. Dynamic optimization of the mashing process. **Food Control**, v. 20, n. 12, p. 1127–1140, 2009.

EATON, B. An Overview of Brewing. In: STEWART, G. G.; PRIEST, F. G. (Eds.). . **Handbook of Brewing**. 2. ed. [s.l.] CRC Press, 2006. p. 77–90.

EBC. **Analytica-EBC**. Nürnberg: Fachverlag Hans Carl, 2010.

ERNST, E. Die Artischocke – eine Heilpflanze mit Geschichte und Zukunftsperspektiven,. **naturamed**, v. 7, p. 1–4, 1995.

EYRES, G. T.; MARRIOTT, P. J.; DUFOUR, J. P. Comparison of odor-active compounds in the spicy fraction of hop (*Humulus lupulus* L.) essential oil from four different varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 15, p. 6252–6261, 2007.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. [s.l.] Editora Artmed, 2010.

FETTERS, T. Packaging: A Historical Perspective. In: PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. (Eds.). . **Handbook of Brewing**. 2. ed. [s.l.] CRC Press, 2006. p. 551–562.

FILLAUDEAU, L. et al. Investigation of rotating and vibrating filtration for clarification of rough beer. **Journal of Food Engineering**, v. 80, n. 1, p. 206–217, 2007.

FILLAUDEAU, L.; BLANPAIN-AVET, P.; DAUFIN, G. Water , wastewater and waste management in brewing industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 463–471, 2006.

FINTELMANN, V. Antidyspeptische und lipidsenkende Wirkungen von Artischockenblätter-extrakt. **Zeitschrift für Allgemeinmedizin**, v. 72, p. 48–57, 1996.

FROUFE, L. C. M. Caracterização anatômica do lenho de *Bathysa cuspidata* (A. St. -Hil.) Hook. F. ex. K. Schum. (Rubiaceae) no domínio da Mata Atlântica. **Embrapa Florestas Comunicado Técnico**, p. 1–5, 2015.

FURLAN, R. et al. Uso del bioensayo de *Artemia salina* para la detección de productos naturales con actividad biológica de la familia Simaroubaceae. **Anales de S.A.I.P.A.**, v. 12, p. 293–312, 1994.

GASSARA, F. et al. Chitin and chitosan as natural flocculants for beer clarification. **Journal of Food Engineering**, v. 166, n. 2015, p. 80–85, 2015.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 2010.

GENÉ, R. M. et al. Active, Anti-inflammatory and analgesic activity of *Baccharis trimera*: identification of its constituents. **Planta Medica**, v. 62, p. 232–235, 1996.

GERMANO FILHO, P. Estudos Taxonômicos do gênero *Bathysa* C. Presl. **Rodriguesia**, v. 50, n. 76/77, p. 49–75, 1999.

GONÇALVES, R. V. et al. Hepatoprotective effect of *Bathysa cuspidata* in a murine model of severe toxic liver injury. **International Journal of Experimental Pathology**, v. 93, n. 5, p. 370–376, out. 2012.

GOULART, M. R. et al. Metodologias para reutilização do resíduo de terra diatomácea proveniente da filtração e clarificação da cerveja. **Quimica Nova**, v. 34, n. 4, p. 625–629, 2011.

GUARIM-NETO, G. O saber tradicional pantaneiro: as plantas medicinais e a educação ambiental. **Revista eletrônica Mestrado Educação Ambiental**, v. 17, p. 71–89, 2006.

HASELEU, G.; INTEL MANN, D.; HOFMANN, T. Structure determination and sensory evaluation of novel bitter compounds formed from α -acids of hop (*Humulus lupulus* L.) upon wort boiling. **Food Chemistry**, v. 116, n. 1, p. 71–81, 2009.

HIRALAL, L.; OLANIRAN, A. O.; PILLAY, B. Aroma-active ester profile of ale beer produced under different fermentation and nutritional conditions. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 117, n. 1, p. 57–64, 2014.

HOPSTEINER. **GUIDELINES For Hop Buying**. [s.l.] Hopsteiner, 2015.

HOUGH, J. S.; HOWARD, G. A.; SLATER, C. A. BACTERIOSTATIC ACTIVITIES OF HOP RESIN MATERIALS. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 63, n. 4, p. 331–333, 8 jul. 1957.

HUSAIN, G. M. et al. Antidiabetic Activity of Standardized Extract of *Quassia amara* in Nicotinamide-Streptozotocin-induced Diabetic Rats. **Phytotherapy Research**, v. 25, n. 12, p. 1806–1812, dez. 2011.

IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo,: SES - CCD –IAL, 2005.

INTEL MANN, D. et al. ^{18}O stable isotope labeling, quantitative model experiments, and molecular dynamics simulation studies on the trans-specific degradation of the bitter tasting iso- α -acids of beer. **Journal of agricultural and**

food chemistry, v. 57, n. 22, p. 11014–23, 2009.

IZYDORCZYK, M. S.; DEXTER, J. E. Barley: Milling and Processing. In: WRIGLEY, C. et al. (Eds.). . **Encyclopedia of Food Grains**. 2. ed. Oxford: [s.n.]. p. 434–445.

JÄÄSKELÄINEN, A. S. et al. Endosperm and aleurone cell structure in barley and wheat as studied by optical and Raman microscopy. **Journal of Cereal Science**, v. 57, n. 3, p. 543–550, 2013.

JASKULA, B. et al. A Kinetic Study on the Isomerization of Hop α -Acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 15, p. 6408–6415, ago. 2008.

JONES, B. L. Endoproteases of barley and malt. **Journal of Cereal Science**, v. 42, n. 2, p. 139–156, 2005.

KOLPIN, K. M.; SHELLHAMMER, T. H. The Human Bitterness Detection Threshold of Iso- α -acids and Tetrahydro-iso- α -acids in Lager Beer. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, v. 67, n. 4, p. 200–205, 2009.

KRAFT, K. Artichoke leaf extract - Recent findings reflecting effects on lipid metabolism, liver and gastrointestinal tracts. **Phytomedicine : international journal of phytotherapy and phytopharmacology**, v. 4, n. 4, p. 369–378, 1997.

KUGELMEIER, C. L. et al. Avaliação da Brassagem e Fermentação na Produção de Cerveja Pilsen em Microcervejaria. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 2, n. 3, p. 220–223, 2013.

KUNTZ, R. J.; BAMFORTH, C. W. Time course for the development of enzymes in barley. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 113, n. 2, p. 196–205, 2007.

KUNZE, W. La cerveza terminada. In: KUNZE, W. (Ed.). . **Tecnología para Cerveceros y Malteros**. Berlín: VLB Berlin, 2006. p. 826–885.

KUNZE, W. **Technology Brewing and Malting**. Berlin: VLB Berlin, 2014.

KUNZE, W.; WAINWRIGHT, T. **Technology brewing and malting**. Berlin: VLB Berlin, 1996.

KUSKOSKI, E. M. ET AL. Characterization of anthocyanins J, from the fruits of baguaçu (*Eugenia umbelliflora* Berg). **Agric Food Chem**, v. 51, p. 5450–5454, 2003.

LEI, H. et al. Fermentation performance of lager yeast in high gravity beer fermentations with different sugar supplementations. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 122, n. 5, p. 583–588, 2016.

LEIPER, K. A.; MIEDL, M. Brewhouse Technology. In: STEWART, G. G.;

PRIEST, F. G. (Eds.). . **Handbook of Brewing**. 2. ed. [s.l.] CRC Press, 2006. p. 383–446.

LIU, S. Q. Impact of yeast and bacteria on beer appearance and flavour. In: HILL, A. E. (Ed.). . **Brewing Microbiology: Managing Microbes, Ensuring Quality and Valorising Waste**. [s.l.] Elsevier, 2015. p. 357–369.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil nativas e exóticas**. São Paulo: Plantarum, 2002.

MACEDO, E. G.; POTIGUARA, R. C. DEVILHENA; NETO, O. DA R. Anatomia Foliar de Quassia amara L . (Simaroubaceae), uma espécie medicinal e inseticida. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ser. Ciências Naturais**, v. 1, n. 1, p. 9–18, 2005.

MACGREGOR, A. W. Barley. In: CABALLERO, B. (Ed.). . **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 1. ed. [s.l.] Academic Press, 2003. p. 379–382.

MAPA, M. DA A. P. E A. **Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994** Brasil, 1994. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8918.htm>

MARTIN BAUER GROUP. Alcachofra (*Cynara scolymus* L .) – Importantes parâmetros de controle de qualidade na escolha do extrato de Alcachofra. 2016.

MAYER, H. et al. Development of an all rice malt beer: A gluten free alternative. **LWT - Food Science and Technology**, v. 67, p. 67–73, 2016.

MCGOVERN, P. E. et al. Fermented beverages of pre- and proto-historic China. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 101, n. 51, p. 17593–8, 2004.

MEILGAARD, M. C.; DALGLIESH, C. E.; CLAPPERTON, J. F. BEER FLAVOUR TERMINOLOGY 1. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 85, n. 1, p. 38–42, 2 jan. 1979.

MEUSSDOERFFER, F. G. A Comprehensive History of Beer Brewing. In: ESSLINGER, H. M. (Ed.). . **Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets**. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009. p. 1–42.

MITTER, W.; COCUZZA, S. Dry hopping – A study of various parameters. **Brewing and Beverage Industry International**, v. 4, p. 70–74, 2013.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. 1. ed. São Paulo: Larousse, 2009.

MORAIS, J. S. O Lúpulo: Cultivares e Extrato. **Livro de Actas**, p. 11–21, 2015.

MORS, W. B.; RIZZINI, C. T.; PEREIRA, N. A. **Medicinal plants of Brazil**.

Michigan: Reference Publications, 2000.

MUNROE, J. H. Fermentation. In: PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. (Eds.). . **Handbook of Brewing**. 2. ed. [s.l.] CRC Press, 2006a. p. 487–524.

MUNROE, J. H. Aging and Finishing. In: PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. (Eds.). . **Handbook of Brewing**. 2. ed. [s.l.] CRC Press, 2006b. p. 525–550.

NOLDIN, V. F. et al. Composição química e atividades biológicas das folhas de *Cynara scolymus* L. (alcachofra) cultivada no Brasil. **Quimica Nova**, v. 26, n. 3, p. 331–334, 2003.

OKAFOR, V. N. et al. Journal of Advanced Chemical Sciences Comparative Studies of the Physicochemical Properties of Beers Brewed with Hop Extracts and Extracts from Four Selected Tropical Plants. **Journal of Advanced Chemical Sciences**, v. 2, n. 4, p. 382–386, 2016.

OLADOKUN, O. et al. Modification of perceived beer bitterness intensity, character and temporal profile by hop aroma extract. **Food Research International**, v. 86, p. 104–111, 2016.

OLANIRAN, A. O.; MAHARAJ, Y. R.; PILLAY, B. Effects of fermentation temperature on the composition of beer volatile compounds, organoleptic quality and spent yeast density. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 2, 2011.

OLIVER, G. **THE OXFORD COMPANION TO BEER**. 1. ed. New York: Oxford University Press, Inc, 2011.

ORTEGA-HERAS, M. . L.; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M. **Wort Production** Elsevier, , 2003. (Nota técnica).

OSBURN, K. et al. Primary souring: A novel bacteria-free method for sour beer production. **Food Microbiology**, v. 70, p. 76–84, 2018.

PAIVA JÁCOME, R. L. R. et al. Estudo químico e perfil cromatográfico das cascas de *Aspidosperma parvifolium* A. DC. (“pau-pereira”). **Quimica Nova**, v. 27, n. 6, p. 897–900, 2004.

PAL, D.; KUMAR, S.; VERMA, R. P. S. Pusa Losar (BHS 380) - The first dual-purpose barley variety for northern hills of India. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 82, n. 2, p. 164–165, 2012.

PALMER, G. H. Barley and Malt. In: STEWART, G. G.; PRIEST, F. G. (Eds.). . **Handbook of Brewing**. 2. ed. [s.l.] CRC Press, 2006a. p. 131–160.

PALMER, J. J. **How to Brew: Everything you need to know to brew beer right**

the first time. [s.l: s.n.].

PIACENTINI, K. C. et al. Fungi and the natural occurrence of deoxynivalenol and fumonisins in malting barley (*Hordeum vulgare* L.). **Food Chemistry**, v. 187, p. 204–209, 2015.

PIDDOCKE, M. P. et al. Physiological characterization of brewer's yeast in high-gravity beer fermentations with glucose or maltose syrups as adjuncts. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 84, n. 3, p. 453–464, 3 set. 2009.

POREDA, A. et al. Corn grist adjunct - application and influence on the brewing process and beer quality. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 120, n. 1, p. 77–81, 2014.

POSTULKOVA, M. et al. Technological possibilities to prevent and suppress primary gushing of beer. **Trends in Food Science and Technology**, v. 49, p. 64–73, 2016.

PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. **Handbook of Brewing**. 2. ed. [s.l.] CRC Press, 2006.

RE, R. ET AL. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Rad. Biol. Med.**, v. 26, p. 1231–1237, 1999.

REBELLO, F. Produção de Cerveja. **Revista Agrogeoambiental**, p. 145–155, 2009.

REIS, R. C.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). . (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. p. 66–82.

RIBEIRO, M. M. et al. Influência da embalagem na aceitação de diferentes marcas comerciais de cerveja tipo Pilsen. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 395–399, jun. 2008.

ROGERS, C. M. et al. Terminal acidic shock inhibits sour beer bottle conditioning by *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Microbiology**, v. 57, p. 151–158, ago. 2016.

RUCKLE, L.; SENN, T. Hop acids can efficiently replace antibiotics in ethanol production. **International Sugar Journal**, v. 108, n. 1287, p. 139–147, 2006.

SANTOS, S. R. et al. Toxicological and phytochemical studies of *Aspidosperma subincanum* Mart. stem bark (Guatambu). **Pharmazie**, v. 64, n. 12, p. 836–839, 2009.

SANTURIO, J. M. et al. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de

orégano, tomilho e canela frente a sorovares de *Salmonella enterica* de origem avícola. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 803–808, jun. 2007.

SCHÖNBERGER, C. Hopfenstopfen – gut gestopft ist halb gewonnen. **Brauwelt**, v. 9–10, p. 251–254, 2012.

SILVA, P. H. A. DA; FARIA, F. C. DE. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 902–906, dez. 2008.

SILVA, R. DE C. DOS S. N. DA et al. Quantitative sensory description using the Optimized Descriptive Profile: Comparison with conventional and alternative methods for evaluation of chocolate. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 2, p. 169–179, dez. 2013.

SILVA, F. G. et al. Teor de flavonóides em populações silvestre e cultivada de carqueja [*Baccharis trimera* (Less .) DC .] coletadas nas estações seca e úmida. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 28, n. 2, p. 19–25, 2006.

SILVA, S. Estabelecimento e desenvolvimento in vitro de plântulas de *Quassia amara* L. (Simaroubaceae). **Scientia Amazonia**, v. 4, n. 2, p. 92–99, 2015.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.

SLEIMAN, M.; VENTURINI FILHO, W. G. Utilização de Extratos de Malte na Fabricação de Cerveja : Avaliação Físico-Química e Sensorial. v. 7, n. 2, p. 2003–2004, 2004.

STEINER, E.; BECKER, T.; GASTL, M. Turbidity and Haze Formation in Beer - Insights and Overview. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 116, n. 4, p. 360–368, 2010.

STEWART, G. .; RUSSELL, I. Brewer'S Yeast. **The IBD Blue Book on Yeast**, p. 1–108, 1998.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. San Diego: Academic Press, 1993.

STORGARDS, E. Process hygiene control in beer production and dispensing. **VTT Publications**, n. 410, p. 1–107, 2000.

STRONG, G.; ENGLAND, K. **Beer Judge Certification Program 2015 Style Guidelines**.

TEIXEIRA, G. DA SILVA et al. Plantas medicinais, fitoterápicos e/ou nutracêuticos utilizados no controle da obesidade. **FLOVET - Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica**, v. 1, n. 6, p. 27–42, 2014.

TERPINC, P. et al. LC–MS analysis of phenolic compounds and antioxidant activity of buckwheat at different stages of malting. **Food Chemistry**, v. 210, p. 9–17, nov. 2016.

TESKE, M.; TRENTINI, A. M. M. Herbarium. In: HERBARIUM, P. (Ed.). . **compêndio de fitoterapia**. Curitiba: [s.n.]. p. 85–86.

TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e Cervejarias. A História, a Arte e a Tecnologia**. São Paulo: Editora Aden, 2001.

VAN DEN BOOM, A. et al. The contribution of ready-to-eat cereals to daily nutrient intake and breakfast quality in a Mediterranean setting. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 25, n. 2, p. 135–43, 2006.

VAN OPSTAELE, F. et al. Production of novel varietal hop aromas by supercritical fluid extraction of hop pellets. Part 1: Preparation of single variety total hop essential oils and polar hop essences. **Cerevisia**, v. 37, n. 4, p. 97–108, jan. 2013.

VANBENEDEN, N. et al. Formation of 4-vinyl and 4-ethyl derivatives from hydroxycinnamic acids: Occurrence of volatile phenolic flavour compounds in beer and distribution of Pad1-activity among brewing yeasts. **Food Chemistry**, v. 107, n. 1, p. 221–230, 2008.

VENTURINI FILHO, W. G.; NOJIMOTO, T. Utilization of the wet milling malt steep water as raw material on brewing. v. 19, n. 2, p. 0–10, 1999.

VILLALPANDA, M. A. et al. Influencia del campo magnético estático en la turbidez de la cerveza de alta gravedad Influence. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 4, p. 273–277, 2013.

XIAO, Z.; STORMS, R.; TSANG, A. Corrigendum to ““A quantitative starch – iodine method for measuring alpha-amylase and glucoamylase activities””. **Analytical Biochemistry**, v. 362, n. MAY 2006, p. 146–148, 2006.

YAMAGUCHI, N.; SATOH-YAMAGUCHI, K.; ONO, M. In vitro evaluation of antibacterial, anticollagenase, and antioxidant activities of hop components (*Humulus lupulus*) addressing acne vulgaris. **Phytomedicine**, v. 16, n. 4, p. 369–376, abr. 2009.

YAMAUCHI, Y. et al. Rapid maturation of beer using an immobilized yeast bioreactor. 2. Balance of total diacetyl reduction and regeneration. **Journal of**

Biotechnology, v. 38, n. 2, p. 109–116, 1995.

ZHANG, D. et al. Improvement of beer flavour with extruded rice as adjunct.

Journal of the Institute of Brewing, v. 123, n. 2, p. 259–267, 2017.

ZSCHOERPER, O. P. **Apostila curso cervejeiro e malteador**. [s.l.] Ambev, 2009.