

AVALIAÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL DE CERVEJA TIPO PILSEN COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO MALTE POR POLPA DE MANDIOCA

CHEMICAL AND SENSORIAL EVALUATION OF PILSEN BEER WITH PARTIAL REPLACEMENT OF MALT BY CASSAVA PULP

^{1*} Anderson Caretta Vinco

² Eliza Bottacine Dalvi

³ Marcos Roberto Moacir Ribeiro Pinto

⁴ Maíra Maciel Mattos de Oliveira

⁵ Genilson de Paiva

⁶ Vanessa Cristina de Castro

⁷ Luiz Fernando Dias Ferreira

¹ Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Venda Nova do imigrante. E-mail: andersoncvinco@gmail.com.

² Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Venda Nova do imigrante. E-mail: elizadalvi@gmail.com.

³ Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Venda Nova do imigrante. E-mail: marcos.ribeiro@ifes.edu.br.

⁴ Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Venda Nova do imigrante. E-mail: maira.oliveira@ifes.edu.br.

⁵ Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Venda Nova do imigrante. E-mail: gdepaiva@ifes.edu.br.

⁶ Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Venda Nova do imigrante. E-mail: vanessa.castro@ifes.edu.br.

⁷ Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Venda Nova do imigrante. E-mail: luizfernando@ifes.edu.br.

*Autor de correspondência

Artigo submetido em 02/12/2020, aceito em 19/03/2021 e publicado em 15/04/2021.

Resumo: Devido a crescente competitividade, o setor cervejeiro está constantemente buscando inovações tecnológicas para seus processos, visando a redução de custos e introdução de novos produtos. A utilização de adjuntos, como é o caso da mandioca, proporciona a produção de extratos de menor custo quando comparados ao malte de cevada, resultando assim em um produto final de valor reduzido. Objetivou-se, com o presente estudo, avaliar se a substituição parcial do malte de cevada por polpa de mandioca em diferentes concentrações (0%, 15%, 30% e 45%) na elaboração de uma cerveja tipo Pilsen pode afetar suas características físico-químicas (pH, acidez, teor alcoólico e cor instrumental) e sensoriais. Os resultados indicaram que a substituição parcial do malte por polpa de mandioca influenciou no teor alcoólico das cervejas obtidas. Neste caso, houve uma correlação negativa entre a concentração de polpa de mandioca e o teor alcoólico, com o menor teor alcoólico (4,03%) para o tratamento com maior concentração de polpa de mandioca (45%). No geral, a substituição parcial de malte por polpa de mandioca, até o limite de 45%, não afetou a qualidade sensorial das cervejas elaboradas com esse adjunto, em relação a cerveja puro malte. Deste modo, a mandioca pode contribuir para a redução de custos na elaboração da cerveja e de diversificação do uso dessa matéria-prima.

Palavras-chave: adjunto; cerveja; mandioca.

Abstract: Due to the increasing competitiveness, the brewing sector is constantly seeking technological innovations for its processes, aiming at cost reduction and introduction of new products. The use of adjuncts, such as cassava, provides the production of lower cost extracts when compared to malt, thus resulting in a reduced value end product. The present study aimed to examine whether the partial replacement of malt by cassava pulp in different concentrations (0%, 15%, 30% and 45%) in the manufacture of a Pilsen type beer may affect its physical-chemical characteristics (pH, acidity, alcohol content and instrumental color) and sensory. The partial substitution of malt by cassava pulp influenced the alcohol content of the obtained beers. In this case, there was a negative correlation between the concentration of cassava pulp and the alcohol content, with a lower alcohol content (4,03%) for treatment with a higher concentration of cassava pulp (45%). In general, the partial substitution of malt for cassava pulp, up to a limit of 45%, did not affect the sensory quality of the beers made with this adjunct in relation to pure malt beer. Thus, cassava may contribute to the reduction of costs in the preparation of beer and diversification of the use of this raw material.

Keywords: adjunct; beer; cassava.

1 INTRODUÇÃO

A história do mercado cervejeiro brasileiro iniciou-se no período denominado Brasil Colônia (MEGA; NEVES; ANDRADE, 2011), e hoje representa um dos setores que mais cresce na economia nacional. Atualmente, o Brasil destaca-se como o terceiro maior produtor de cerveja e um dos grandes consumidores mundiais (VASCONCELOS, 2017).

O processo de fabricação da cerveja utiliza como ingredientes básicos a cevada maltada, água, lúpulo e levedura. Diferentemente da Alemanha, que através da Lei da Pureza - Reinheitsgebot (LAY, 2017), em vigor a mais de 500 anos, restringe sua produção à utilização desses ingredientes, o Brasil, de acordo com sua legislação, por meio do Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019 (BRASIL, 2019) e da Instrução Normativa nº 54, de 5 de novembro de 2001 (BRASIL, 2001), permite que parte do malte de cevada possa ser substituído por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não pode ser superior a quarenta e cinco por cento em relação ao extrato primitivo. Consideram-se adjuntos cervejeiros a cevada cervejeira e os demais cereais aptos para o consumo humano,

maltados ou não maltados, bem como os amidos e açúcares de origem vegetal.

Uma das três principais fontes da alimentação humana no mundo, além do arroz e do milho, a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é originária da América Latina, onde é cultivada pela população indígena há pelo menos 4000 anos (AKINPELU et al., 2011; MOMBO et al., 2017; GARCIA et al., 2019). A mandioca, pertence à família das Euforbiáceas (RIBEIRO et al., 2012; DE OLIVEIRA et al., 2020), sendo cultivada em mais de 100 países ao redor do mundo (CLAIR, 2017). O Brasil contribui com uma parcela de, aproximadamente, 6% da produção mundial, sendo o quinto maior produtor mundial, e o primeiro das Américas, com volume de 18 milhões de toneladas de raízes em 2018 (FAO, 2018).

As raízes de mandioca são essencialmente energéticas, apresentando elevados teores de carboidratos, principalmente polissacarídeos (ANYANWU et al., 2015). Estes carboidratos são encontrados na forma de amido insolúvel, que devem ser gelatinizados por aquecimento e submetidos à hidrólise ácida ou enzimática para quebra da cadeia polimérica do amido e formação de monômeros de glicose, posteriormente podem ser submetidos a

fermentação por meio de microrganismos (MUSSATTO *et al.*, 2010).

Devido a crescente competitividade, o setor cervejeiro está constantemente buscando inovações tecnológicas para seus processos, visando a redução de custos e introdução de novos produtos. A utilização de adjuntos, como é o caso da mandioca, proporciona a produção de extratos de menor custo quando comparados ao malte de cevada, resultando assim em um produto final de valor reduzido (HOUGH, 1991).

Poucos estudos são encontrados com a utilização de mandioca como adjunto cervejeiro. Cereda, Soares e Roça (1989) utilizaram a fécula de mandioca em substituição parcial do malte em até 40% para a elaboração de cerveja. Em outra pesquisa, Venturini Filho e Cereda (1998) fizeram uso de hidrolisado de fécula de mandioca como adjunto de malte na fabricação de cerveja. Já um estudo recente avaliou a elaboração de cerveja tipo pilsen de mandioca a partir de diferentes plantios (ALVES *et al.*, 2020). Tendo em vista a importância econômica da mandioca no cenário nacional e a popularidade do consumo de cervejas. Objetivou-se com o presente estudo avaliar o quanto a substituição parcial do malte por polpa de mandioca em diferentes concentrações (0%, 15%, 30% e 45%) na elaboração de uma cerveja tipo Pilsen pode afetar suas características físico-químicas e sensoriais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. MATERIAIS

A mandioca de mesa com raízes de polpa branca utilizada como adjunto foi adquirida na Central de Abastecimento do Espírito Santo, no município de Cariacica (ES). As mesmas foram selecionadas de forma que não apresentassem injúrias e danos físicos. Para a produção das cervejas foram utilizados os maltes *pilsen* e *carahell* da marca Agrária. Quanto aos lúpulos, foram utilizados o *Hallertau Magnum* para amargor e o *Hallertau Tradition* para aroma, ambos em pellets da

fornecedora Barth-Haas Group. Como agente de fermentação foi utilizada a levedura *fermentis saflager w-34/70*, e para a floculação pastilhas de whirlfloc (a base de carragena). Todos adquiridos em loja de insumos cervejeiros na cidade de Vitória (ES).

2.2. MÉTODOS

2.2.1. Caracterização da matéria-prima

Foram realizadas análises de acidez total titulável, umidade, cinzas, teor de sólidos solúveis totais e potencial hidrogeniônico (pH) na mandioca *in natura* (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

2.2.2. Preparo da mandioca

As raízes de mandioca foram lavadas em água corrente e descascadas manualmente. Foram realizados cortes transversais em segmentos de 5 cm os quais foram higienizadas em água clorada (150 ppm/10 min.), e em seguida enxaguados em água clorada (50 ppm/10 min). As raízes cortadas foram trituradas em um processador de alimentos tipo cutter da marca G. Paniz (modelo CUTTER-05L).

2.2.3. Processamento das cervejas

O preparo da cerveja foi realizado em 6 etapas: formulação; mosturação; fervura; fermentação; maturação e envase.

Formulação: quatro tratamentos com diferentes proporções de malte e polpa de mandioca, sendo: Tratamento 1 (T1): 100% malte; Tratamento 2 (T2): 85% malte e 15% de polpa de mandioca; Tratamento 3 (T3): 70% malte e 30% de polpa de mandioca e Tratamento 4 (T4): 55% malte e 45% de polpa de mandioca.

A escolha dos insumos e cálculos para quantidade dos mesmos foram realizados de acordo com uma receita do estilo *German Pilsner*. A base de malte foi

de 200g para cada 1L de cerveja, sendo 95% malte *Pilsen* e 5% malte especial *Carahell*.

Mosturação: O malte foi moído em moinho de discos da marca Berman (modelo BM-03). Na mosturação, utilizou-se o processo de infusão, sendo que a proporção malte/polpa de mandioca e água foi de 1 para 3. A combinação de malte e polpa de mandioca ficou a 50°C por 20 minutos, período destinado à parada protéica, depois a temperatura foi elevada a 60°C por 5 minutos, constituindo a etapa da gelatinização do amido de mandioca, posteriormente a 65°C por 45 minutos, para sacarificação e por fim 76°C por 10 minutos para o *mash-out*. A separação do mosto do bagaço de malte e polpa de mandioca foi realizada através da filtração convencional, em que lavou-se três vezes com água a 76°C na proporção de 3 litros de água por kg de malte e polpa de mandioca.

Fervura: O mosto foi levado à fervura por 60 minutos, os lúpulos foram adicionados em dois diferentes momentos para conferência de amargor e aroma, sendo 55 minutos do término da fervura para o lúpulo *Hallertau Magnum* (na proporção de 0,065% em relação ao volume total), e 5 minutos do término da fervura para o lúpulo *Hallertau Tradition* (na proporção de 0,04% em relação ao volume total). Faltando 15 minutos para o término da fervura foi adicionada a pastilha *whirlfloc* (de acordo com recomendações do fabricante), floculante responsável pela precipitação das proteínas.

Fermentação e maturação: Após a fervura, realizou-se o *whirlpool* para a formação do trub. O mosto foi então resfriado a 20°C e foi feita a inoculação da levedura (a quantidade adicionada seguiu as recomendações do fabricante) diretamente no mosto, sem hidratação prévia. A fermentação foi realizada a 14°C e o controle da temperatura se deu pelo uso de uma incubadora B.O.D. A fermentação ocorreu por 10 dias e após esse período a

temperatura foi reduzida a 0°C para a maturação, onde ficou por 12 dias.

Envase: A cerveja foi envasada em garrafas âmbar de 600 mL e recarbonatada na mesma. O primer utilizado para recarbonatação foi preparado com 5g/L de açúcar, que foi fervido para completa esterilização. As análises físico-químicas e sensoriais foram realizadas vinte dias após o envase.

2.2.4. Análises físico-químicas das cervejas

Foram realizadas análises de acidez total titulável, potencial hidrogeniônico (pH) e teor alcoólico (álcool em volume a 20°C) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A análise de cor foi realizada com o colorímetro (Konica Minolta - CR-400), com o iluminante D65, refletância (objetos opacos), com ângulo do observador de 10°. Os valores médios dos parâmetros de cor (L, a, b, ΔE, h e Croma) foram determinados.

2.2.5. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada utilizando-se o teste de aceitação, avaliando-se os atributos: aparência, aroma, sabor, cor e avaliação global. Os atributos foram avaliados utilizando a escala hedônica estruturada de nove pontos variando de 1 – “desgostei extremamente” a 9 – “gostei extremamente” (MINIM, 2018).

A análise contou com 50 provadores não treinados de ambos os sexos, maiores de 18 anos. Para cada provador, foi servido 50 mL de cerveja na temperatura aproximada de 5°C, em copos de acrílico transparentes e água entre uma amostra e outra para descanso do paladar.

Foi calculado o Índice de Aceitabilidade (I.A) para cada atributo de acordo com o modelo descrito por Dutcosky (2019), segundo a equação: $I.A.(%) = [(A*100)/B]$, onde A = nota

média do atributo; B = nota mais alta observada no atributo avaliado.

O projeto foi submetido e aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) do Instituto Federal do Espírito Santo, conforme o n° 3.744.190 do parecer, pelo o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAEE) de n° 25877819.8.0000.5072

2.2.6. Análise estatística

O experimento foi montado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e três repetições. Para análise e interpretação dos dados foi realizada análise de variância (ANOVA), utilizando o teste de Tukey para comparação entre as médias, adotando-se o nível de 5% de significância. Os cálculos foram realizados por meio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Na Tabela 1 estão representados os valores das características físico-químicas da mandioca *in natura*.

Tabela 1: Caracterização da mandioca *in natura*

Característica	Mandioca <i>in natura</i>
Teor de umidade, %	64,9464,9 ± 0,240,2*
Cinzas, %	0,67 ± 0,02
pH	6,20 ± 0,01
Sólidos solúveis totais (°Brix)	5,805,8 ± 0,280,3
Acidez total titulável (% m/m)	0,015 ± 0,000

* Média ± desvio padrão expressos em base úmida.

Fonte: os autores

O teor de umidade da mandioca *in natura* utilizada calculado neste experimento corrobora com os obtidos por Alves *et al.* (2020), que avaliaram uma cerveja do tipo pilsen de mandioca a partir de diferentes plantios. Esses mesmos autores obtiveram um percentual de cinzas próximo ao encontrado neste estudo.

Em relação aos valores médios de pH, os mesmos são inferiores aos encontrados por Oliveira e Morais (2009), que analisaram as características físico-químicas de mandioca em diferentes épocas de colheita (de 6 a 12 meses). Na etapa de mosturação na elaboração da cerveja, o processo enzimático depende de vários fatores, dentre eles a acidez.

O parâmetro de avaliação dos sólidos solúveis totais (°Brix) obtiveram valores consideravelmente superiores aos abordados por Couto (2013), onde foram caracterizadas cultivares de mandioca do semi-árido mineiro. Ainda de acordo com esse autor, os sólidos solúveis totais, em geral, aumentam com o transcorrer do processo de maturação das raízes, por biossíntese, degradação de polissacarídeos ou perda de água dos frutos, resultando em maior concentração dos mesmos. Já a perda varia com a taxa de respiração, uma vez que os sólidos são substratos utilizados no processo respiratório. O percentual de acidez encontrado foi menor do que o identificado por Carvalho *et al.* (2011).

3.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS CERVEJAS

A substituição parcial do malte por polpa de mandioca não influenciou no pH das cervejas obtidas nas diferentes proporções (malte/polpa de mandioca), em relação a cerveja com puro malte (Tabela 2). Nas cervejas Pilsen puro malte este valor pode variar entre 3,74 e 4,63, de acordo com Hough *et al.* (1982).

Tabela 2: Análise físico-química das cervejas.

Tratamento	pH	Acidez	Teor alcoólico
T1	4,32 ^a ± 0,19	0,13 ^a ± 0,01	5,14 ^a ± 0,06
T2	4,42 ^a ± 0,19	0,13 ^{ab} ± 0,00	4,80 ^b ± 0,15
T3	4,43 ^a ± 0,08	0,12 ^{bc} ± 0,01	4,57 ^c ± 0,14
T4	4,40 ^a ± 0,10	0,11 ^c ± 0,01	4,03 ^d ± 0,25

T1: 100% malte, T2: 15% polpa de mandioca e 85% malte, T3: 30% polpa de mandioca e 70% malte, T4: 45% polpa de mandioca e 55% malte. Média e desvio padrão (DP), n= 9. Significância (p<0,05): médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, para cada parâmetro físico-químico, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: os autores.

Não houve diferença significativa (p>0,05) entre a acidez da cerveja obtida com 15% de polpa de mandioca em relação a cerveja puro malte (Tabela 2). Uma redução significativa da acidez ocorreu para as cervejas com 30% e 45% de polpa de mandioca. O mesmo foi constatado por Brunelli, Mansano e Venturini Filho (2014) ao avaliar cervejas elaboradas com diferentes concentrações de mel. Foi observado por esses autores um aumento da acidez total com o aumento do extrato primitivo (°Brix), evidenciando que o malte é o principal provedor de ácidos orgânicos à cerveja.

O teor alcoólico das cervejas foi afetado pelo aumento da concentração de polpa de mandioca e conseqüente diminuição do percentual de malte (Tabela 2), devido a maior fermentabilidade do malte em relação à mandioca. As cervejas fabricadas com o adjunto apresentaram menor teor alcoólico, o que provavelmente se deve

ao fato de que o mosto de malte possui em sua composição alto teor de açúcares fermentescíveis (47% maltose, 14% maltotriose, 8% glicose, 3% sacarose e 1% de frutose) além de 26,5% de dextrinas (HOUGH *et al.*, 1982). A mandioca por sua vez é uma fonte amilácea que não é diretamente fermentável, desta forma necessita de uma hidrólise prévia de suas cadeias (CURVELO-SANTANA; EHRHARDT; TAMBOURGI, 2010). Diante desse fato, levanta-se a hipótese de que no processo de sacarificação a hidrólise do amido de mandioca não foi suficiente para repor a substituição dos açúcares presentes no malte, resultando em produto final com menor teor alcoólico.

Em relação às características cromáticas, os tratamentos apresentaram valores de h° próximos a 90°, não diferindo, significativamente entre si, o que evidencia a similaridade da coloração amarela da cerveja (Tabela 3). Contudo, para os tratamentos acima de 15% de polpa de mandioca, houve decréscimo significativo nos valores de b* e C*, confirmando uma redução na intensidade do amarelo e na intensidade da cor. Por se tratar de uma mistura, tanto o aumento da proporção de polpa de mandioca, quanto a redução da proporção de malte, podem influenciar o resultado desses parâmetros de cor. Santa *et al.* (2020), em um estudo da elaboração de cerveja com diferentes concentrações de alcachofra, observaram alterações nos parâmetros de cor b* e a*. Nesse estudo, com o aumento da concentração de alcachofra, os parâmetros a* e b* apresentaram tendência a reduzir e aumentar, respectivamente.

Tabela 3: Análise da cor instrumental, valores de L*, a*, b*, h° e C*, das cervejas.

Tratamento	L*	a*	b*	h°	C*
T1	24,13 ^a ± 0,33	-0,05 ^a ± 0,12	4,87 ^a ± 0,31	90,57 ^a ± 1,38	4,87 ^a ± 0,31
T2	24,28 ^a ± 0,30	-0,19 ^a ± 0,10	4,39 ^a ± 0,28	92,46 ^a ± 1,36	4,38 ^a ± 0,28
T3	23,59 ^a ± 1,07	-0,16 ^a ± 0,08	3,45 ^b ± 0,86	92,62 ^a ± 1,51	3,44 ^b ± 0,87
T4	24,01 ^a ± 1,40	-0,02 ^a ± 0,26	3,44 ^b ± 0,49	89,82 ^a ± 4,96	3,44 ^b ± 0,48

T1: 100% malte, T2: 15% polpa de mandioca e 85% malte, T3: 30% polpa de mandioca e 70% malte, T4: 45% polpa de mandioca e 55% malte. Média e desvio padrão (DP), n= 9. Significância ($p < 0,05$): médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, para cada parâmetro de cor, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

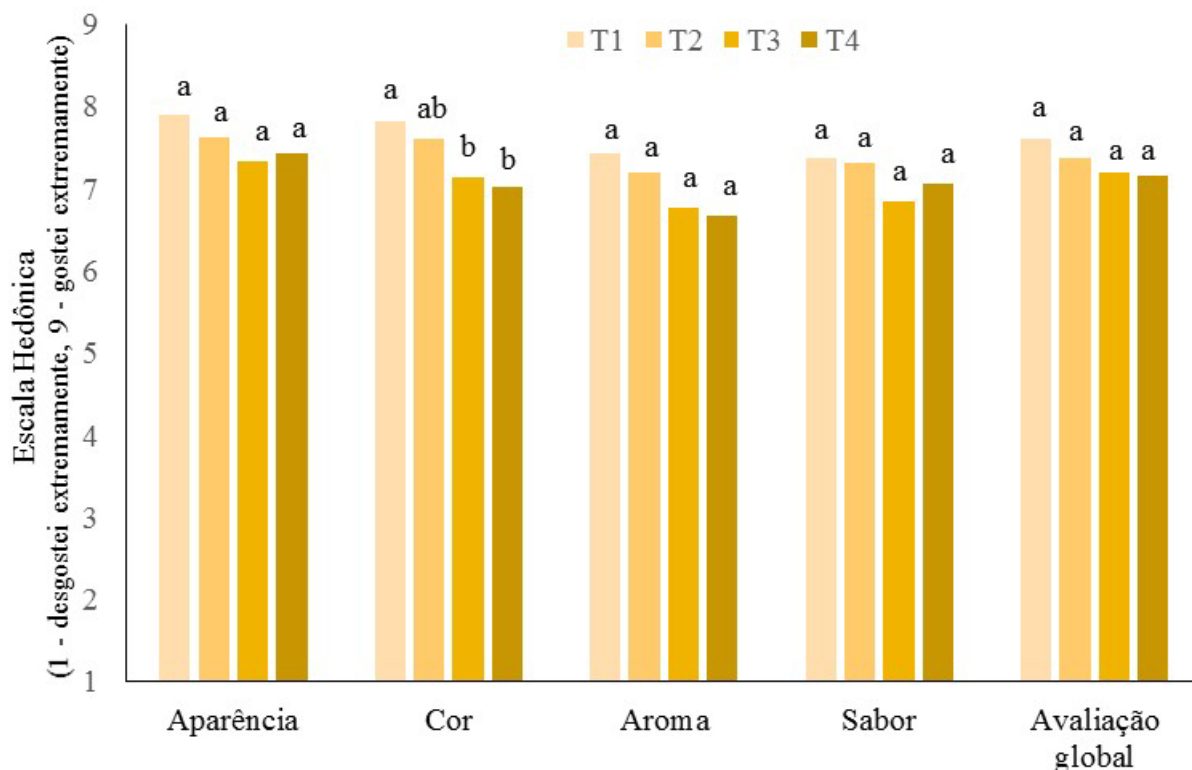
Fonte: os autores

3.3. ANÁLISE SENSORIAL

No geral, a substituição parcial de malte por polpa de mandioca, até o limite de 45% (m/m), não afetou a qualidade sensorial das cervejas elaboradas com esse adjunto, em relação a cerveja puro malte (Figura 1), uma vez que as médias para os atributos aparência, aroma, sabor e avaliação global não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Os resultados obtidos na análise sensorial das cervejas com uso da polpa de mandioca em diferentes concentrações nessa pesquisa corroboram com os encontrados por Cereda, Soares e Roça (1989) que pesquisaram o uso da fécula de mandioca em diferentes concentrações na elaboração de cerveja.

Figura 1: Escala hedônica das diferentes cervejas produzidas. T1: 100% malte, T2: 15% polpa de mandioca e 85% malte, T3: 30% polpa de mandioca e 70% malte, T4: 45% polpa de mandioca e 55% malte.



Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra para cada atributo sensorial, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: os autores.

Somente o atributo cor dos tratamentos com 30% e 45% de polpa de mandioca diferiram-se dos demais, devido a redução do percentual de malte utilizado. Esta diferença sensorial pode ser correlacionada com os valores de cor

instrumental b^* e C^* que apresentaram comportamento similar.

Venturini Filho e Cereda (1998) observaram que a semelhança entre as bebidas produzidas com hidrolisado de milho e de mandioca possibilitam o

emprego de xarope de maltose, elaborado a partir de fécula de mandioca como adjunto na fabricação de cervejas.

O Índice de Aceitabilidade (IA) determina que para considerar um produto aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que este obtenha

um IA de, no mínimo, 70%, segundo Dutcosky (2019). Considerando o IA, verifica-se que todos os tratamentos apresentaram boa aceitabilidade, visto que estes apresentaram valores superior a 70% para todos os atributos avaliados (Tabela 4).

Tabela 4: Índice de Aceitabilidade (IA)

Tratamento	Aparência (%)	Cor (%)	Aroma (%)	Sabor (%)	Avaliação global (%)
T1	87,78	86,89	82,67	82,00	84,67
T2	84,89	84,67	80,00	81,33	82,00
T3	81,56	79,33	75,33	76,22	80,00
T4	82,67	78,00	74,22	78,44	79,56

T1: 100% malte, T2: 15% polpa de mandioca e 85% malte, T3: 30% polpa de mandioca e 70% malte, T4: 45% polpa de mandioca e 55% malte.

Fonte: os autores

Desta forma seria possível o emprego da concentração máxima (45%) de adjunto sem que este interferisse negativamente nas características sensoriais do produto.

4 CONCLUSÕES

A substituição parcial do malte por polpa de mandioca influenciou no teor alcoólico das cervejas obtidas. Observou-se uma correlação negativa entre a concentração de polpa de mandioca e o teor alcoólico, com o menor teor alcoólico (4,03%) para o tratamento com maior concentração de polpa de mandioca (45%).

No geral, a substituição parcial de malte por polpa de mandioca, até o limite de 45%, não afetou a qualidade sensorial das cervejas elaboradas com esse adjunto, em relação a cerveja puro malte.

A mandioca pode contribuir para a redução de custos na elaboração da cerveja e de diversificação do uso dessa matéria-prima.

REFERÊNCIAS

AKINPELU, A. O.; AMAMGBO, L. E. F.; OLOJEDE, A. O.; OYEKALE, A. S. Health implications of cassava production and consumption. **Journal of Agriculture**

and Social Research (JASR), v. 11, n. 1, p. 118–125, 2011.

ALVES, W. de S.; GOMES, M. L. de S.; MARTINS, G. A. S.; SANTOS ROLIM, C. S.; ROLIM, L. do N.; SARAIVA-BONATTO, E. C.; PEREIRA, B. F. F.; LAMARÃO, C. V. Caracterização físico-química e avaliação e sensorial de cerveja pilsen produzida a partir de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz., 1766) submetida a diferentes adubações de solo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 7580–7599, 2020. Disponível em: <<http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/6921/6099>>.

ANYANWU, C. N.; IBETO, C. N.; EZEHOA, S. L.; OGBUAGU, N. J. Sustainability of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) as industrial feedstock, energy and food crop in Nigeria. **Renewable Energy**, v. 81, p. 745–752, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.03.075>>.

BRASIL. Instrução Normativa nº 54, de 5 de novembro de 2001. Adotar o Regulamento Técnico MERCOSUL de Produtos de Cervejaria. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**, 2001. Disponível em:

<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-54-de-5-de-novembro-de-2001.pdf/view>>.

BRASIL. Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019 Altera o Anexo ao Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/decreto-no-9-902-de-8-de-julho-de-2019.pdf/view>>.

BRUNELLI, 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, mar. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232014000100004&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 26 nov. 2020.

CARVALHO, A. V.; SECCADIO, L. L.; SOUZA, T. C. L.; FERREIRA, T. F.; ABREU, L. F. Avaliação físico-química e sensorial de mandioca pré-processada armazenada sob congelamento. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 223–228, 31 dez. 2011. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/25487>>.

CEREDA, M. P.; SOARES, S. E.; ROÇA, R. D. O. Características físico-químicas e sensoriais de cervejas fabricadas com fécula de mandioca como complemento do malte. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 7, n. 2, p. 91–103, 31 dez. 1989. Disponível em:

<<http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/15091>>.

CLAIR, H. **Achieving sustainable cultivation of cassava Volume 1: Cultivation techniques**. 1a. ed. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing, 2017.

COUTO, E. M. **Caracterização de cultivares de mandioca do semi-árido mineiro em quatro épocas de colheita**. 2013. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/1083>>.

CURVELO-SANTANA, J. C.; EHRHARDT, D. D.; TAMBOURGI, E. B. Otimização da produção de álcool de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 613–617, set. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000300007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 nov. 2020.

DE OLIVEIRA, E. J.; FUKUDA, W. M. G.; DE OLIVEIRA, S. A. S.; RINGENBERG, R.; SILVA, M. R.; SOUZA, A. da S.; SILVA, A. L. L.; FILHO, M. D. S. O.; FARIA, M. L.; SILVA, R. de J. S. Brs novo horizonte – a new cassava variety for industrial use. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 2, p. 1–5, 2020.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 5a. ed. Curitiba: Champagnat - Pucpress, 2019.

FAO. **FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 27 nov. 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer

statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, dez. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000600001&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 26 nov. 2020.

GARCIA, M. C.; ELIAS, T. M.; RIBEIRO, K. de O.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M. Microbiological and physicochemical profiles of the sour cassava starch and bagassobtained from cassava agroindustry. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 4, p. 803–809, 2019. HOUGH, J. S. **The biotechnology of malting and brewing**. 1a. ed. Cambridge: University Press, 1991.

HOUGH, J. S.; BRIGGS, D. E.; STEVENS, R.; YOUNG, T. W. Chemical and Physical Properties of Beer. In: **Malting and Brewing Science**. 2a. ed. Boston, MA: Springer US, 1982. p. 776–838.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1a. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LAY, P. The Bavarian beer purity law is adopted. **History Today**, v. 67, n. 4, p. 9, 2017.

MEGA, J. F.; NEVES, E.; ANDRADE, C. J. de. A produção da cerveja no Brasil. **Revista Cintino**, v. 1, n. 1, p. 34–42, 2011. Disponível em: <<https://www.hestia.org.br/wp-content/uploads/2012/07/CITINOAno1V01N1Port04.pdf>>.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial Estudos com Consumidores**. 4a. ed. Viçosa: Editora UFV, 2018.

MOMBO, S.; DUMAT, C.; SHAHID, M.; SCHRECK, E. A socio-scientific analysis of the environmental and health benefits as

well as potential risks of cassava production and consumption. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 6, p. 5207–5221, 2017.

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; GUIMARÃES, P. M. R.; SILVA, J. P. A.; CARNEIRO, L. M.; ROBERTO, I. C.; VICENTE, A.; DOMINGUES, L.; TEIXEIRA, J. A. Technological trends, global market, and challenges of bioethanol production. **Biotechnology Advances**, v. 28, n. 6, p. 817–830, nov. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2010.07.001>>.

OLIVEIRA, M. A. de; MORAES, P. S. B. de. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 837–843, jun. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000300024&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 26 nov. 2020.

RIBEIRO, M. de N. O.; CARVALHO, S. P. de; PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M. de. Anatomia foliar de mandioca em função do potencial para tolerância à diferentes condições ambientais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 354–361, jun. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902012000200019&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>.

SANTA, O. R. D.; SILVA, N. S. R. da; ROSA, C. T.; MICHELETTI, I. N.; KRUGER, R. L.; MESOMO, M. C.; ZANETTE, C. M. Elaboração de cerveja com adição de alcachofra. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 72918–72928, 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/17424/14143>>.

VASCONCELOS, Y. Inovações cervejeiras. **Pesquisa Fapesp**, v. 251, p. 18–25, 2017. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2017/01/018-025_CAPA_Cerveja_251.pdf>.

VENTURINI FILHO, W. G.; CEREDA, M. P. Hidrolisado de fécula de mandioca como adjunto de malte na fabricação de cerveja: avaliação química e sensorial. **Food Science and Technology**, v. 18, n. 2, 1998.