



RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DE BEBIDA ALCOÓLICA FERMENTADA ELABORADA A PARTIR DO RESÍDUO DE ABACAXI

LIA LUCIA SABINO^{1*}, MAURÍCIO BONATTO MACHADO DE CASTILHOS^{1,2}

¹Universidade Estadual Paulista, Programa de Doutorado em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos

²Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal.

*e-mail: lialsabino@gmail.com

RESUMO - O Triângulo Mineiro se destaca como uma das regiões brasileiras mais importantes na produção de abacaxi, uma fruta tropical comercialmente importante, porém seu potencial não é totalmente aproveitado, uma vez que o processo de industrialização e de corte fresco gera uma quantidade significativa de resíduos sólidos. Diante dessa realidade, faz-se necessário o estudo da viabilização do uso desses resíduos como matéria-prima para a elaboração de produtos de valor agregado. O presente projeto objetivou formular bebidas alcoólicas utilizando a casca e coroa geralmente descartadas como resíduo, das variedades de abacaxi pérola e havaiano. Quatro bebidas diferentes foram elaboradas: Pérola Polpa (PRPL), Havaiano Polpa (HVPL), Pérola Resíduo (PRRS) e Havaiano Resíduo (HVRS). As análises físico-químicas realizadas foram: acidez total e volátil, extrato seco total, açúcares redutores, teor alcóolico, teor de fenólicos totais e índices de cor. Adicionalmente foram realizadas análises sensoriais descritivas e de aceitação. A partir dos resultados, verificou-se que a utilização do resíduo na produção de bebidas fermentadas foi boa alternativa, pois as bebidas apresentaram aspectos físico-químicos de acordo com a legislação e obtiveram boa aceitação, pressupondo que tal resultado esteja relacionado à qualidade das bebidas, que apresentaram altos teores de compostos fenólicos e teores alcóolicos suaves.

INTRODUÇÃO

No Brasil o abacaxi (*Ananas comosus*) está entre as 20 frutas mais cultivadas (Gerum *et al.*, 2019) e a variedade que mais se destaca é a Pérola, responsável por cerca de 80% da produção e a segunda é a *Smooth Cayenne*, conhecida como abacaxi havaiano, cujos plantios se concentram no Sudeste do país, principalmente do Triângulo Mineiro (IBGE, 2019) que responde por aproximadamente 93,4% da produção de abacaxi do estado (SEAPA, 2019).

Apesar de o abacaxi possuir características sensoriais atraentes, como textura, sabor e cor (Ramallo; Mascheroni, 2012) e ser considerada uma fruta comercialmente importante, seu potencial não é totalmente aproveitado, o que requer estudos amplos em termos de utilização de resíduos (Pal; Khanum, 2011).

Resíduos oriundos de frutas, podem ser uma alternativa importante no desenvolvimento sustentável de produtos como fonte alternativa de nutrientes (Da Silva *et al.*, 2013), e devido à presença de açúcares na sua composição, podem ser utilizados na fermentação para a produção de diferentes metabólitos, como etanol, ácido cítrico, vinagre (Imandi *et al.*, 2008; Kumar *et al.*, 2003; Roda *et al.*, 2016) e bebida fermentada (Parente, 2014), produto que também pode ser fonte de compostos bioativos, como antioxidantes (Ketnawa; Chaiwut; Rawdkuen, 2012).

A fermentação é um processo bioquímico no qual as leveduras desempenham o papel de transformação do açúcar em etanol, dióxido de carbono e outros metabólitos secundários (Ciani *et al.*, 2010). A fermentação é empregada desde a antiguidade na obtenção de alimentos e bebidas, (Venturini, 2016).

Nesse contexto, observa-se que a produção de bebidas fermentadas a partir do uso de frutos tropicais, e o reaproveitamento de seus resíduos, é uma alternativa para produção de bebidas com valor agregado, além de configurar a elaboração de um produto novo com características regionais.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho formular bebida alcoólica a partir de resíduo de duas variedades de abacaxi, visando o aproveitamento do resíduo do fruto, suas propriedades e inovação tecnológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram elaborados 4 tipos de bebidas, sendo elas: bebida fermentada com a polpa do abacaxi pérola (PRPL); bebida fermentada com a polpa e o resíduo (casca e coroa) do abacaxi pérola (PRRS); bebida fermentada com a polpa do abacaxi havaiano (HVPL) e bebida fermentada com a polpa e o resíduo (casca e coroa) do abacaxi havaiano (HVRS). Cada tratamento foi elaborado em duas repetições, totalizando oito tratamentos.

As quantidades de fruto utilizado em cada tratamento variou entre 8 e 9 kg. Os abacaxis foram pesados em balança digital Bel S2202H precisão de 0,01 g. Para o processo de produção foram utilizados recipientes de plástico atóxico branco com volume de 10 litros, denominados reatores, que apresentava válvulas adaptadas na parte inferior para possibilitar a retirada da bebida e na tampa havia um batoque hidráulico, evitando a passagem do ar atmosférico para o interior do reator e possibilitando a saída do anidrido carbônico, produto da fermentação alcoólica.

Todos os tratamentos seguiram o processo descrito por De Castilhos e colaboradores (2013) conforme fluxograma da Figura 1.

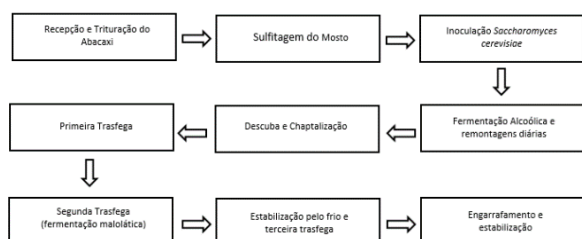


Figura 1: Fluxograma do processo empregado na formulação das bebidas

O processo foi iniciado com a pesagem dos frutos para o cálculo do rendimento. O mosto fermentativo foi composto da polpa do abacaxi triturada para os tratamentos pérola polpa (PRPL) e havaiano polpa (HVPL) e para os tratamentos pérola resíduo (PRRS) e havaiano resíduo (HVRS), o mosto fermentativo foi composto pela polpa do abacaxi triturada juntamente com a casca e a coroa. Após a trituração, foi retirada uma alíquota para a análise do teor de sólidos solúveis possibilitando o cálculo de densidade do mosto (equação 1): $^{\circ}\text{Brix} = 261,6 - (261,6 / \text{densidade do mosto})$ (Meyer; Leygue-Alba, 1991) e para determinação de pH, utilizando pHmetro microprocessado DM-22 Digimed.

O mosto foi acondicionado nos reatores (10 L) e submetido à sulfitação pela inserção de metabissulfito de potássio na proporção de 15 g para cada 100 Kg de abacaxi. A fermentação alcoólica foi induzida pela inoculação de 200 ppm de levedura seca ativa *Saccharomyces cerevisiae*.

A fermentação tumultuosa durou cerca de 3 dias, seguida de 4 dias de fermentação lenta, caracterizando um total de 7 dias. Durante esse período, diariamente ocorreu a remontagem de todos os tratamentos (polpa e abacaxi integral) e a temperatura nos reatores foi mantida entre 20 e 22 °C em ambiente climatizado.

A descuba foi realizada no oitavo dia e a parte sólida foi recolhida e prensada de forma manual para a retirada da bebida fermentada aderida ao bagaço. Após a separação da parte líquida e sólida, todas as bebidas foram chaptalizadas, obedecendo a relação de 1 °GL (1% v/v) sendo formado por 1,8 graus Babo ou 18 g/L de açúcar (Jackson, 2014).

Posterior ao processo de chaptalização, as bebidas foram transferidas para recipientes plásticos permanecendo em repouso por 10 dias para otimizar o processo de decantação da parte suspensa. Após esse período foram realizadas três trásfegas, com indução da fermentação malolática pela inoculação de bactérias ácido-láticas *Oenococcus oeni* em uma proporção de 1 g para cada 100 litros de bebida fermentada (Jackson, 2014), sendo colocadas em ambiente refrigerado após o término desta fermentação.

Ao final de 10 dias em ambiente refrigerado as bebidas foram armazenadas e arrolhadas em garrafas de vidro âmbar de 750 mL previamente higienizadas, sendo estabilizadas por 90 dias.

As análises físico-químicas realizadas no estudo foram: acidez total e volátil (g/L em ácido cítrico e acético, respectivamente) com uso de pHmetro, aparato para titulometria e destilador Tecnal (TE0363) (AOAC, 2005); extrato seco total (g/L) utilizando banho termostático a 100 °C e estufa a 105 °C até peso constante (AOAC, 2005); açúcares redutores utilizando Redutec Tecnal (TE0861) baseado no método de Lane-Eynon com redução de íons cobre a partir da solução de Fehling (AOAC, 2005); teor alcoólico (% v/v) utilizando aparato de destilação e densímetro digital (Anton Paar®) (AOAC, 2005); teor de fenólicos totais (mg/L de ácido gálico) pelo método de Folin-Ciocalteu com emprego de espectrofotômetro de absorvância a 765 nm (Slinkard; Singleton, 1977) e índices de cor de acordo com a metodologia de Ayala, Echávarri e Negueruela (1997) utilizando o software MSCV 7.1 (Ayala, Echávarri, Negueruela, 2012). As propriedades físico-químicas foram obtidas em triplicata.

Para a análise sensorial, foram utilizados planejamento em blocos completos e as amostras foram codificadas com três dígitos aleatórios e a apresentação foi realizada de forma monádica e randomizada. Foram utilizadas salas com cabines individuais com luz branca e temperatura entre 22 a 25 °C. O painel de consumidores avaliou a aceitação em relação à aparência, aroma, corpo, sabor e aceitação global através de uma escala estruturada de 9 pontos. A intenção de compra foi avaliada, utilizando uma escala estruturada de 5 pontos. A análise sensorial foi realizada na Universidade Estadual de Minas Gerais, Unidade Frutal com aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) sob o protocolo de número 5.133.937.

Todos os resultados foram analisados através de estatísticas descritivas e comparados mediante a aplicação da Análise de Variância (ANOVA) com posterior teste de comparação múltipla de Tukey, quando $P < 0,05$. A relação entre as propriedades físico-químicas e os

resultados sensoriais foi determinada pela aplicação da Análise de Componentes Principais. Os softwares utilizados para a análise estatística foram o Minitab 17 (Minitab Inc.) e o Statistica 12 (StatSoft Inc.). O nível de significância aplicado para todos os testes foi de 0,05 (ou 5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises Físico-Químicas

Os resultados das análises físico-químicas dos tratamentos estudados estão descritos na Tabela 1.

O valor de °Brix da bebida fermentada produzida com resíduo da cultivar havaiano (HVRS) apresentou valor significativamente superior comparada as outras bebidas (PRPL, PRRS e HVPL), resultado este que justifica o teor alcoólico menor do fermentado de resíduo (HVRS). Parente (2014) ao analisar a composição do fermentado da polpa de abacaxi pérola, encontrou valor menor de °Brix (4,5), valor inferior também foi encontrado no fermentado a base de caqui, comparado a todas as bebidas à base de abacaxi com ou sem resíduo (°Brix 3,71).

O pH das bebidas fermentadas formuladas apenas com polpa (PRPL e HVPL) apresentaram valores significativamente superior em relação às elaboradas com resíduo (PRRS e HVRS). Araújo e colaboradores (2009) encontraram valores similares aos apresentados nas bebidas com resíduo, porém vale ressaltar que as bebidas do estudo dos referidos autores foram produzidas apenas com polpa de abacaxi, os autores descreveram pH de 3,68 para o fermentado da cultivar pérola e 3,47 com a *Smooth Cayenne*, valores esses compatíveis também com os encontrados por Parente (2014) que encontrou pH de 3,77 também em fermentado de polpa de abacaxi pérola e por Boeira e colaboradores (2020), que descreveram valores que variaram de 3,26 a 3,79 nos fermentados de açaí. A Legislação não estabelece limites para pH, porém segundo Oliveira e colaboradores (2012), o baixo valor de pH de fermentados é um fator importante para inibir a contaminação bacteriana além de favorecer o desenvolvimento das leveduras.

Na análise de acidez total, as bebidas apresentaram parâmetro elevado, sendo as de

Tabela 1 - Média \pm desvio padrão das determinações analíticas das bebidas fermentadas

Análises físico-químicas ²	Bebidas fermentadas ¹				Valor P ³
	PRPL	PRRS	HVPL	HVRS	
TSS (°Brix)	5,58 \pm 0,38 b	5,33 \pm 0,26 b	5,17 \pm 0,26 b	6,58 \pm 0,49 a	<0,001
pH	4,33 \pm 0,26 a	3,52 \pm 0,14 b	4,18 \pm 0,11 a	3,69 \pm 0,24 b	<0,001
ALC (%v/v)	8,66 \pm 0,65 b	8,74 \pm 0,46 b	10,84 \pm 1,22 a	7,50 \pm 0,60 b	<0,001
TAC (g/L)	9,16 \pm 0,48 c	9,61 \pm 1,17 bc	10,85 \pm 0,28 a	10,37 \pm 0,06 ab	0,001
VAC (g/L)	0,37 \pm 0,11 a	0,40 \pm 0,05 a	0,24 \pm 0,03 b	0,32 \pm 0,04 ab	0,007
RSG (g/L)	0,89 \pm 0,18 c	1,91 \pm 0,23 b	1,76 \pm 0,13 b	2,75 \pm 0,18 a	<0,001
EXT (g/L)	22,82 \pm 1,92 c	28,21 \pm 0,58 b	23,63 \pm 1,20 c	31,97 \pm 1,46 a	<0,001
PHEN (mg/L)	1137 \pm 78 c	1323 \pm 95 b	1121 \pm 55 c	1673 \pm 54 a	<0,001
L*	87,87 \pm 2,56 a	88,15 \pm 5,33 a	88,60 \pm 7,17 a	92,43 \pm 4,33 a	0,396
C*	30,22 \pm 7,83 a	32,97 \pm 13,08 a	35,75 \pm 15,69 a	29,88 \pm 9,04 a	0,810
h*	95,63 \pm 2,81 a	89,73 \pm 4,46 a	93,60 \pm 6,34 a	96,41 \pm 3,82 a	0,081
a*	-2,65 \pm 0,71 b	1,00 \pm 2,63 a	-0,80 \pm 2,96 ab	-2,83 \pm 1,00 b	0,014
b*	30,07 \pm 7,93 a	32,88 \pm 13,03 a	35,59 \pm 15,83 a	29,69 \pm 9,19 a	0,811
INT	0,82 \pm 0,02 a	0,87 \pm 0,41 a	0,92 \pm 0,54 a	0,65 \pm 0,29 a	0,616
TON	3,56 \pm 0,97 b	3,44 \pm 0,17 b	4,52 \pm 0,91 ab	5,38 \pm 1,55 a	0,013

¹PRPL: Pérola Polpa; PRRS: Pérola Resíduo; HVPL: Havaiano Polpa; HVRS: Havaiano Resíduo; ²TAC: Acidez Total; VAC: Acidez Volátil; RSG: Açúcar Redutor; EXT: Extrato Seco; PHEN: Fenólicos totais; ALC: Teor Alcoólico; L*: Luminosidade; C*: Chroma; h*: ângulo de tonalidade; a*: coordenada a* (+a indica vermelho e -a indica verde), b*: coordenada b* (+b indica amarelo e -b indica azul); INT: Intensidade de cor; TON: Tonalidade.

³Valor P referente ao teste de Análise de Variância (ANOVA) a P<0,05. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla post-hoc de Tukey a P<0,05.

abacaxi pérola (9,16 g/L para PRPL e 9,61 g/L para PRRS) apresentaram valores de acordo com a legislação (3,75 a 9,75 g/L) (Brasil, 2012). Em contrapartida, as bebidas de abacaxi havaiano apresentaram valores acima dos limites máximos da legislação (10,85 g/L para HVPL e 10,37 g/L para o HVRS) e esse resultado pode ser explicado pela maior quantidade de ácido cítrico existente do abacaxi havaiano quando comparado ao abacaxi pérola. Esse resultado está de acordo com o estudo de Thé e colaboradores (2010) que estudaram a composição físico-química do abacaxi havaiano recém colhido e observaram a acidez total em torno de 10,5 g/L. Nas bebidas a base de framboesa, Li e colaboradores (2019), encontraram valor ainda maior (16,75 g/L).

Todos os fermentados elaborados apresentaram valores de acidez volátil de

acordo com os valores determinados pela legislação. As amostras PRPL, PRRS e HVRS não apresentaram diferenças significativas, mas se diferenciaram da amostra HVPL, sendo esta a que apresentou menor valor de acidez volátil. No estudo da elaboração de bebida fermentada de banana realizada a duas diferentes temperatura (16 e 30 °C), Arruda e colaboradores (2007) verificaram um valor de acidez volátil média de 17,50 e 9,93 mEq de ácido acético por litro, nas temperaturas de 30 e 16 °C, respectivamente, porém apesar de os parâmetros estarem de acordo com os padrões, pode ser observado um efeito da temperatura na aceleração do metabolismo das leveduras, as quais produziram mais ácidos orgânicos, compostos que contribuem para o aumento da acidez volátil.

Todas as bebidas fermentadas no estudo foram classificadas como seca, de

acordo com a quantidade de açúcares redutores encontradas. Nas bebidas fermentadas de framboesa, Li e colaboradores (2019) também encontraram entre as bebidas variação nos valores de açúcares redutores nas bebidas de framboesa, porém em quantidades superiores (2,2 e 3,6 g/L) comparada aos fermentados de abacaxi e seus resíduos (PRPL, PRRS, HVPL e HVRS).

Alvarenga (2014) relatou que nas bebidas fermentadas com utilização de casca de abacaxi, em várias proporções, foram obtidos teores residuais de 5,9; 6,9; 9,4 e 11,3 g/L, nos mostos com 0, 10, 20 e 30% de casca respectivamente, ou seja, a adição de casca ao mosto em maiores quantidades resultou em maiores teores de açúcares residuais. Nas bebidas do presente trabalho (PRPL, PRRS, HVPL e HVRS), também foi possível observar tal característica, as bebidas que foram adicionados o resíduo (PRRS e HVRS) os teores de açúcares redutores também foram maiores.

Quanto maior o teor de extrato seco total, maior será a sensação de textura proporcionada pela bebida e, além disso, maior será sua densidade. Os resultados dos teores de extrato seco variaram de 22,82 g/L a 31,97 g/L. Segundo Zoecklein e colaboradores (1994) vinhos com teor de extrato seco entre 20 e 30 g/L apresentam-se como leves ao paladar, enquanto que vinhos com teor de extrato seco superior a 30 g/L podem ser considerados encorpados. As bebidas fermentadas elaboradas com polpa foram as que apresentaram menores valores para extrato seco, em contrapartida, as bebidas fermentadas elaboradas com o resíduo apresentaram valores superiores, sendo consideradas mais encorpadas. Desse modo, é possível pressupor que a presença dos resíduos pode ter influenciado na otimização do corpo das bebidas.

As bebidas formuladas com a presença dos resíduos das duas cultivares (PRRS e HVRS) apresentaram valores significativamente superior de compostos fenólicos (1323 mg/L e 1673 mg/L) respectivamente, pressupondo que a utilização dos resíduos pode promover um incremento significativo em suas concentrações, o que pode responder diretamente e de forma

positiva no aumento da capacidade antioxidante da bebida. Alvarenga (2014) também verificou que a proporção de fenólicos totais aumentaram proporcionalmente a adição de casca em fermentado de abacaxi pérola. Nas bebidas sem casca, com 10% e 30% a quantidade encontrada de fenólicos foi de 10,33; 12,01 e 17,65 mg de catequinas em 100 mL respectivamente. De Castilhos (2016), ao estudar duas técnicas alternativas de vinificação de seis cultivares de uvas encontrou valores elevados de compostos fenólicos que variaram entre 1325,7 a 1618,8 mg/L.

O teor alcoólico diferiu significativamente entre a bebida produzida com polpa da variedade havaiano (HVPL) em comparação com as outras bebidas produzidas (PRPL, PRRS E HVRS). Vale ressaltar que todos os tratamentos passaram pelo processo de chaptalização (correção do °Brix com açúcar comercial) para se obter uma bebida com uma graduação alcoólica de acordo com as especificações da legislação (Brasil, 2012), sendo assim, esperava-se que o teor alcoólico apresentasse valores semelhantes entre os tratamentos.

Alvarenga (2014) também encontrou resultados semelhantes ao utilizar a casca do abacaxi pérola na produção de fermentado alcoólico, segundo o autor quanto maior a quantidade adicionada de casca menor eram os teores alcoólico das bebidas (52,5; 52,3; 45,2 e 41,3 g/L). Pressupõe-se que a presença do resíduo possa dificultar a ação da levedura na metabolização do substrato para a fermentação alcoólica, visto que pode aumentar a viscosidade do mosto.

Na produção de bebida fermentada também utilizando a casca de abacaxi, Diniz (2017) encontrou um teor alcoólico de 13,9 °GL, porém vale ressaltar que o mosto foi composto pela casca triturado em água e posteriormente coada, sem presença de resíduo sólido. Nos fermentados de melão, os valores foram similares aos resultados apresentados neste trabalho, segundo Bessa e colaboradores (2018) os valores encontrados foram 6,80 e 5,03 °GL para melão amarelo e cantaloupe respectivamente.

Sabe-se que a levedura *S. cerevisiae* tem a habilidade de converter açúcar em etanol

através da fermentação alcoólica propriamente dita (Cardoso, 2021), entretanto, a discrepância dos teores alcoólicos dos tratamentos pressupõe que o resíduo possa ser um obstáculo para a ação da levedura, ou seja, a presença dos resíduos pode dificultar o acesso da levedura ao substrato, diminuindo a eficiência da fermentação alcoólica ou que possa haver algum componente químico presente no resíduo que apresente uma propriedade antimicrobiana, causando a possível inativação da levedura *S. cerevisiae*.

Outro ponto importante foi relatado por Lin e colaboradores (2018), que utilizaram diferentes tipos de cepas comerciais de *Saccharomyces cerevisiae* na produção de fermentados de maçã e segundo os autores as diferenças significativas no teor de álcool das bebidas podem ser causadas pela variação nas atividades metabólicas do álcool devido ao tipo de cepas das leveduras.

Através dos resultados do estudo da cor das bebidas, também descritos da Tabela 1, pressupõe-se que as bebidas têm valores de luminosidade (L) elevado, ou seja, uma cor clara. As bebidas produzidas com as duas variedades de abacaxi, apenas com polpa ou com adição de resíduo, são desprovidas de coloração intensa. Os parâmetros de cor das bebidas elaboradas, em sua maioria, não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$), apenas a coordenada a^* da amostra PRRS apresentou valor significativamente superior em relação às demais amostras. Além disso, a tonalidade da bebida HVRS apresentou tonalidade significativamente superior em relação às demais bebidas. No caso da bebida elaborada com o abacaxi havaiano na presença dos resíduos houve maior incorporação de cor pela casca e coroa, promovendo aumento da tonalidade da bebida, sendo um incentivo para o uso do resíduo.

Análise Sensorial

A análise sensorial das bebidas fermentadas foi composta por 110 provadores não treinados (62 mulheres – 56,4%) com idade média de 23,65 anos (idade mínima de 18,0 anos e idade máxima de 53). Os resultados da análise sensorial descritiva, estão descritas na Tabela 2.

Diante dos resultados, no quesito aparência, pode-se observar que houve variação nos valores médios das bebidas e dos descritores, porém as diferenças significativas ocorreram em relação ao descritor intensidade da cor amarela ($P < 0,001$), para os diferentes tratamentos, assim como também no critério de transparência ($P < 0,001$). Em relação à cor amarela, percebeu-se que os escores apresentaram variação de 3,16 (HVPL) a 6,20 (PRRS) e de transparência 3,45 (PRRS) a 6,18 (HVPL), podendo-se concluir que quanto mais a cor amarela da bebida, menor o índice de transparência, pressupondo que a variação pode ter sido ocasionada pelo tipo de cultivar e a presença do resíduo. Neste contexto, a maior intensidade da cor amarela da bebida fermentada é inversamente relacionada com a transparência. A cor dos fermentados alcoólicos apresentou característica da matéria-prima de origem, mostrando-se em um tom amarelado límpido.

O odor de abacaxi, descritor olfativo, apresentou diferenças significativas entre as bebidas ($P < 0,001$). As amostras com abacaxi pérola foram as que apresentaram maiores escores de odor de abacaxi; escores 4,12 (PRPL) e 4,89 (PRRS). A amostra HVPL apresentou o menor escore para odor de abacaxi (escore 3,27). O odor é de extrema importância na aceitação de um produto, visto que antes de consumir, o indivíduo sente o aroma devido aos compostos voláteis presentes e isso pode fazer com que ele, caso não perceba sabor característico ou não goste do aroma, pode vir a não consumir.

Na produção de bebidas fermentadas de pêssego, Bel (2016) encontrou valores semelhantes para cor, os dados variaram entre 4,30 a 5,24 e para aroma os valores foram superiores variando de 5,70 a 5,92.

O descritor sabor de abacaxi também apresentou diferenças significativas ($P < 0,001$) entre as amostras, sendo que as elaboradas com abacaxi pérola apresentaram valores superiores em relação às amostras elaboradas com o abacaxi havaiano. Neste contexto, dentre as amostras elaboradas com o abacaxi pérola, a que foi produzida com a presença do resíduo (PRRS) foi a que apresentou maior escore.

Tabela 2 - Média±desvio padrão das determinações sensoriais descritivas das bebidas fermentadas.

Atributos sensoriais	Bebidas Fermentadas ¹				Valor P ²
	PRPL	PRRS	HVPL	HVRS	
Cor Amarela	3,84±2,26 bc	6,20±1,85 a	3,16±1,94 c	4,46±2,03 b	<0,001
Transparência	4,25±2,22 b	3,45±2,1 b	6,18±8,4 a	4,85±2,15 ab	<0,001
Odor Abacaxi	4,12±2,34 b	4,89±2,28 a	3,27±2,04 c	3,62±2,07 bc	<0,001
Odor Álcool	3,96±2,27 a	3,74±2,21 a	3,77±2,24 a	4,22±2,14 a	0,356
Odor Ácido	3,80±2,12 a	3,77±2,27 a	3,94±2,26 a	4,20±2,17 a	0,474
Sabor Abacaxi	4,19±2,23 ab	4,77±2,48 a	3,42±2,18 b	3,44±2,32 b	<0,001
Gosto Ácido	4,39±2,27 a	4,92±4,7 a	4,54±2,31 a	4,92±2,30 a	0,480
Gosto Doce	2,62±1,99 a	2,54±1,96 a	2,30±1,86 a	2,40±2,08 a	0,642
Gosto Amargo	4,20±2,42 a	4,27±2,42 a	4,16±2,5 a	4,43±2,66 a	0,859
Sabor Vegetal	4,34±2,23 a	4,41±2,19 a	4,02±2,32 a	4,03±2,31 a	0,436
Adstringência	3,80±2,19 a	4,12±1,98 a	3,96±2,30 a	4,01±2,16 a	0,736
Corpo	4,45±2,20 a	4,78±2,04 a	4,36±2,02 a	4,52±2,08 a	0,487
Persistência	5,01±2,17 a	5,47±1,97 a	4,70±2,25 a	5,03±2,12 a	0,066

¹PRPL: Pérola Polpa; PRRS: Pérola Resíduo; HVPL: Havaiano Polpa; HVRS: Havaiano Resíduo;

²Valor P referente ao teste de Análise de Variância (ANOVA) a P<0,05. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla post-hoc de Tukey a P<0,05.

Sendo assim, a amostra PRRS apresentou escore significativamente superior tanto para odor como para sabor de abacaxi. Todos os outros descritores não diferiram de forma significativa (P>0,05).

Os resultados da análise sensorial de aceitação estão apresentados na Tabela 3.

Em geral, todas as amostras obtiveram resultados médios superiores a 5,0 para os atributos de aceitação avaliados, dessa forma, podemos afirmar que as amostras apresentaram boa aceitação. Foi verificado também que não houve diferenças significativas na intenção de compra tanto para as bebidas produzidas apenas com a polpa como aquelas com introdução de resíduo, constatando-se diante dos resultados que houve boa aceitação de todas as bebidas produzidas. Araújo e colaboradores (2009) que produziram bebida fermentada de polpa de abacaxi pérola e havaiano, também não encontraram diferenças significativas na aceitabilidade das duas cultivares.

Vale destacar que no descritor intenção de compra os fermentados tiveram médias que significam uma dúvida entre adquirir ou não o

produto, possivelmente estão diretamente associadas ao sabor e a doçura, fazendo com que os consumidores, por não estarem acostumados a essa ausência de doçura nas bebidas que normalmente consomem, tivessem dúvida no tocante à compra do produto. Resultados próximos foram encontrados por Oliveira *et al.* (2012), que verificaram que 50% dos seus avaliadores atribuíram notas referentes ao item de provavelmente compraria o produto, ao trabalhar com bebida fermentada de calda residual da desidratação osmótica de abacaxi.

Relação entre parâmetros físico-químicos e sensoriais

A Análise de Componentes Principais (ACP) tem o objetivo de observar a relação entre o perfil químico, sensorial em relação às amostras avaliadas.

A Figura 2 ilustra, de acordo com a ferramenta de ACP, a projeção dos parâmetros físico-químicos, sensoriais descritivos e sensoriais de aceitação (A) e das amostras de bebidas fermentadas (B).

Tabela 3 - Média \pm desvio padrão das determinações sensoriais de aceitação das bebidas fermentadas

Bebidas Fermentadas ¹	Atributos sensoriais ²					
	Aparência	Aroma	Corpo	Sabor	Aceitação Global	Intenção Compra
PRPL	6,48 \pm 1,68 a	6,04 \pm 1,85 a	5,96 \pm 1,93 a	5,57 \pm 2,25 a	5,88 \pm 1,98 a	3,10 \pm 1,17 a
PRRS	6,97 \pm 1,69 a	6,30 \pm 1,92 a	6,14 \pm 1,82 a	5,46 \pm 2,31 a	5,79 \pm 2,34 a	3,13 \pm 1,22 a
HVPL	6,44 \pm 1,79 a	6,06 \pm 1,82 a	5,72 \pm 1,80 a	5,46 \pm 2,32 a	5,60 \pm 2,14 a	2,97 \pm 1,12 a
HVRS	6,70 \pm 1,89 a	5,97 \pm 1,89 a	5,83 \pm 1,88 a	5,28 \pm 2,36 a	5,46 \pm 2,22 a	2,94 \pm 1,14 a

¹PRPL: Pérola Polpa; PRRS: Pérola Resíduo; HVPL: Havaiano Polpa; HVRS: Havaiano Resíduo.

²Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla post-hoc de Tukey a $P < 0,05$. Os atributos de aparência, aroma, corpo, sabor e aceitação global foram avaliados utilizando escala estruturada de 1 a 9 pontos. A intenção de compra foi avaliada utilizando escala estruturada de 1 a 5 pontos.

Pode-se observar que as duas primeiras componentes principais explicaram 81,05% do total da variação dos dados, desse total a componente 1 explicou 47,75% e a componente 2 explicou 33,30% da variação total dos dados.

Dois grupos de variáveis explicaram a PC1 (Fig. 2A). O primeiro grupo (eixo positivo PC1) foi composto por transparência, odor ácido, acidez total (TAC), luminosidade (L^*), ângulo de tonalidade (h^*), e tonalidade (TON). O segundo grupo (eixo PC1 negativo) de variáveis foi composto por odor de abacaxi, sabor de abacaxi, gosto doce, sabor vegetal, persistência, aceitação de aroma, corpo, aceitação geral, intenção de compra e acidez volátil (VAC). Dois grupos de variáveis explicaram a PC2. O primeiro grupo (eixo positivo PC2) foi composto por sabor, teor alcoólico e intensidade de cor. O segundo grupo (eixo PC2 negativo) de variáveis foi composto por cor amarela, gosto ácido, gosto amargo, corpo, aceitação da aparência, açúcar redutor (RSG), extrato seco (EXT), e conteúdo fenólico total (PHEN).

De acordo com a Figura 2B, a amostra HVRS relacionou-se às variáveis do eixo PC1 positivo e PC2 negativo; a amostra HVPL apresentou relação com o eixo PC2 positivo, e a amostra PRPL se relacionou ao eixo PC1 negativo. A amostra PRRS não apresentou nenhuma relação com as variáveis avaliadas.

As bebidas fermentadas elaboradas pela variedade pérola foram as que apresentaram aceitação sensorial superior em relação às bebidas elaboradas pela variedade havaiano, sendo que a elaborada com polpa apresentou maior aceitação global e de sabor e

a elaborada com a presença dos resíduos apresentou maior aceitação para aparência, aroma e maior intenção de compra.

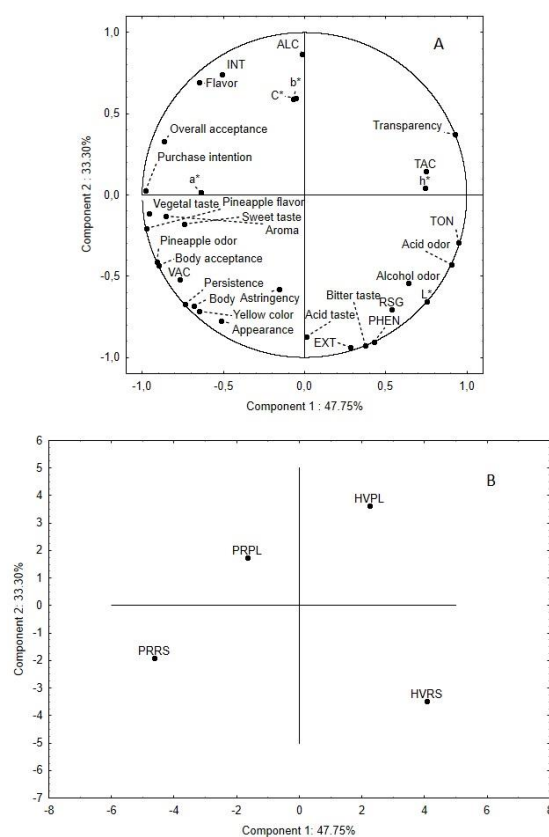


Figura 2. Projeção dos parâmetros físico-químicos, sensoriais descritivos e sensoriais de aceitação (A) e das amostras de bebidas fermentadas (B) de acordo com a ferramenta de Análise de Componentes Principais. ALC: teor alcoólico; TAC: acidez total; VAC: acidez volátil; RSG: açúcar redutor; EXT: extrato seco; PHEN: fenólicos totais; L^* : luminosidade; C^* : Chroma; h^* : ângulo de tonalidade; a^* : coordenada vermelho/verde; b^* : coordenada amarelo/azul; INT: intensidade de cor; TON: tonalidade. PRPL: Pérola polpa; PRRS: Pérola resíduo; HVPL: Havaiano polpa; HVRS: Havaiano resíduo.

Esse resultado indica grande potencial para a produção da bebida fermentada de abacaxi pérola, sendo que o uso do resíduo influenciou de forma positiva na aceitação da aparência, aroma, corpo e intenção de compra, evidenciando que a inserção dos resíduos é relevante do ponto de vista de aceitação sensorial a fim de agregar maior valor.

A amostra PRRS foi descrita como tendo um alto odor de abacaxi, sabor de abacaxi, gosto doce, sabor vegetal, persistência, aceitação do aroma, corpo, aceitação geral, intenção de compra, e acidez volátil (VAC). Esta amostra apresentou uma maior aceitação sensorial devido à apreciação dos consumidores brasileiros por bebidas fermentadas com odor e sabor frutado (De Castilhos *et al.* 2016). Sabe-se que o gosto doce e a persistência são atributos sensoriais que influenciam diretamente o corpo da bebida, (Jackson, 2014). Em geral, é possível considerar que todos os descritores mencionados, principalmente odor de abacaxi, sabor de abacaxi e gosto doce, foram responsáveis por determinar a maior aceitação desta amostra em relação ao aroma e corpo, incluindo a maior aceitação geral e intenção de compra.

A amostra HVPL apresentou maior aceitação do sabor, intensidade de cor e teor alcoólico. A literatura já relatou a relação entre a intensidade da cor e os atributos de aceitação do sabor. De Castilhos *et al.* (2016) encontraram uma relação entre os parâmetros de cor dos vinhos produzidos por técnicas alternativas de vinificação com a aceitação da aparência, do aroma e da aceitação geral. Além disso, estudos de Zampini *et al.* (2007) e Spence (2015) mostraram que vários aspectos contextuais, incluindo a cor, podem influenciar a percepção do aroma e da aceitação do sabor, ou seja, a cor de uma bebida influencia diretamente a avaliação do aroma, do sabor e da avaliação geral da amostra. Além disso, a aceitação do sabor foi provavelmente relacionada ao maior teor alcoólico, já que o álcool desempenha um papel vital no sabor das bebidas alcoólicas. De Castilhos *et al.* (2016) relataram a relação entre o teor alcoólico e o aroma e sabor frutado de vinhos e bebidas fermentadas, corroborando o resultado obtido neste estudo.

A amostra HVRS apresentou alta transparência, odor ácido, acidez total (TAC), luminosidade (L^*), ângulo de tonalidade (h^*), tonalidade (TON), cor amarela, gosto ácido, gosto amargo, corpo, aceitação da aparência, açúcar redutor (RSG), extrato seco (EXT), e teor fenólico total (PHEN). Assim, é possível observar que a amostra não mostrou nenhuma relação com os atributos de aceitação sensorial, exceto para aceitação da aparência, mostrando que os consumidores não apreciam bebidas fermentadas muito ácidas e amargas.

O gosto amargo das bebidas fermentadas é determinado pela elevada concentração de compostos fenólicos, sendo os flavan-3-óis e os taninos os principais representantes para a determinação do elevado amargor da bebida (Jackson, 2014). A acidez das bebidas fermentadas desempenha forte papel na determinação do corpo, ou seja, bebidas fermentadas com elevada acidez geralmente são as que são descritas como encorpadas. Estudo de Ivanova *et al.* (2022) reportou que a acidez é um dos parâmetros químicos que estão diretamente relacionados com a intensidade do corpo das bebidas fermentadas como cervejas e vinhos. Por fim, os descritores sensoriais odor alcoólico, adstringência e os parâmetros físico-químico Chroma, coordenadas vermelho/verde e amarelo/azul não contribuíram expressivamente para a análise dos componentes principais, apresentando cargas de fatores abaixo de 0,700 ou acima de -0,700.

CONCLUSÃO

Contudo, verificou-se que a utilização do resíduo de abacaxi na produção de bebidas fermentadas foi boa alternativa para agregação de valor e utilização sustentável de resíduo, pois o resíduo mostrou-se bom substrato no processo de produção do fermentado alcoólico e influenciou de forma positiva na aceitação, sendo o resíduo de abacaxi pérola (PRRS) o de melhor resultado. De acordo com as avaliações as bebidas apresentaram aspectos físico-químicos em acordo com a legislação. Verificou-se também que as bebidas obtiveram boa aceitação, pressupondo que tal resultado esteja relacionado a qualidade das bebidas, por estas de tratarem de bebidas com altos teores

de compostos fenólicos (PRRS 1323 mg/L e HVRS 1673mg/L) sendo classificadas como seca e encorpada, com teores alcóolicos suaves, características estas de boa apreciação em fermentados de outros frutos já consagrados no mercado.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, L. M. Fermentado alcoólico e acético de polpa e casca de abacaxi (*Ananas comosus (L.) Merrill*): Cinética das Fermentações e caracterizações dos produtos. 2014. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis of the AOAC International. Washington, 2005, 1141 p.
- ARAÚJO, K. G. L.; SABAA-SRUR A. U. O.; RODRIGUES, F. S.; MANHÃES, L. R. T.; CANTO, M. W. Utilização de abacaxi (*Ananas comosus L.*) cv. Pérola e *Smooth cayenne* para a produção de vinhos - estudo da composição química e aceitabilidade. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, Campinas, v. 29, n. 1, p. 56-61, 2009.
- ARRUDA, A. R.; CASIMIRO, A. R. S.; GARRUTI, D. S. ABREU, F. A. P. Caracterização físico química e avaliação sensorial de bebida fermentada alcoólica de banana. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 377 – 384, 2007.
- AYALA, F.; ECHÁVARRI, J. F.; NEGUERUELA, A. I. A new simplified method for measuring the color of wines. I. Red and rose wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, [s. I.], n. 48, p. 357-363, 1997.
- AYALA, F.; ECHÁVARRI, J. F.; NEGUERUELA, A. I. MSCV 7.1 software, 2012.
- BEL, V. C. M. D. (2016). Obtenção e caracterização físico-química e sensorial de fermentado de pêssego (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. Acesso em: 14 de junho 2022. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6611/3/CM_COEAL_2016_1_16.pdfBENG
- BESSA, M. A. D.; OLIVEIRA, E. N. A.; FEITOSA, B. F.; FEITOSA, R. M.; ALMEIDA, F. L. C.; NETO, J. O. O. Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo L.*): processamento e caracterização. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 21, 2018.
- BOEIRA, L. S.; FREITAS, P. H. B.; UCHOA, N. R.; BEZERRA, J. A.; CÁD, S. V.; JUNIOR, S. D.; ALBUQUERQUE, P. M.; MAR, J. M.; RAMOS, A. S.; MACHADO, M. B.; MACIEL, L. R. Chemical and sensorial characterization of a novel alcoholic beverage produced with native acai (*Euterpe precatoria*) from different regions of the Amazonas state. *LWT - Food Science and Technology*. [s. I.], p. 117, 2020.
- BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Instrução Normativa nº 34. Brasília, 2012.
- CARDOSO, M. G. Produção de Aguardente de Cana-de-Açúcar. 4. ed. Lavras: Editora UFLA, 2021.
- CIANI, M.; COMITINI, F.; MANNAZZU, I.; DOMIZIO, P. Controlled mixed culture fermentation: a new perspective on the use of non-*Saccharomyces* yeasts in winemaking. *FEMS Yeast Research*, [s. I.], v. 10, n. 2, p. 123-133, 2010.

- DA SILVA, D. I. S.; NOGUEIRA, G. D. R.; DUZZIONI, A. G.; BARROZO, M. A. S. Changes of antioxidant constituents in pineapple (*Ananas comosus*) residue during drying process. *Industrial Crops and Products*, [s. l.], v. 50, p. 557–562, 2013.
- DE CASTILHOS, M. B. M.; CATTELAN, M. G.; CONTI-SILVA, A. C.; DEL BIANCHI, V. L. Influence of two different vinification procedures on the physicochemical and sensory properties of Brazilian non-*Vitis vinifera* red wines. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, London, v. 54, n. 2, p. 360-366, 2013.
- DE CASTILHOS, M. B. M. Vinificação em tinto de uvas americanas: efeito das técnicas de pré-secagem das uvas e de chapéu submerso nos perfis químico e sensorial. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2016.
- DE CASTILHOS, M. B. M.; GARCIA MAIS, J. D.; GÓMEZ-ALONSO, S.; DEL BIANCHI, V. L.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Sensory acceptance drivers of pre-fermentation dehydration and submerged cap red wines produced from *Vitis labrusca* hybrid grapes. *LWT – Food Science and Technology*, v. 69, p. 82-90, 2016.
- DINIZ, M. P. F. Aproveitamento da casca de abacaxi no preparo de fermentado alcoólico. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnólogo em Agroecologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, São Cristóvão, 2017.
- GERUM, A. F. A. A.; SANTOS, G. S.; SANTANA, M. A. S.; SOUZA, J. S.; CARDOSO, C. E. L. C. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Fruticultura Tropical: potenciais riscos e seus impactos*. 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção Agrícola Municipal*, 2019.
- IMANDI, S. B.; BANDARU, V. V.; SOMALANKA, S. R.; BANDARU, S. R.; GARAPATI, H. R. Application of statistical experimental designs for the optimization of medium constituents for the production of citric acid from pineapple waste. *Bioresource Technology*, [s. l.], v. 99, p. 4445-4450, 2008.
- IVANOVA, N.; YANG, Q.; BASTIAN, S. E. P.; WILKINSON, K. L.; FORD, R. Consumer understanding of beer and wine body: An exploratory study of an ill-defined concept. *Food Quality and Preference*, v. 98, 104383, 2022.
- JACKSON, R. S. *Wine science: principles and applications*. 4 ed. San Diego: Academic Press, 2014, p. 978.
- KETNAWA, S.; CHAIWUT, P.; RAWDKUEN, S. Pineapple wastes: A potential source for bromelain extraction. *Food and Bioprocess Technology*, [s. l.], v. 90, n. 3, p. 385-391, 2012.
- KUMAR, D.; JAINB, V. K.; SHANKERB, G.; SRIVASTAVA, A. Utilization of fruits waste for citric acid production by solid state fermentation. *Process Biochemistry*, [s. l.], v. 38, n. 12, p. 1725-1729, 2003.
- LI, H.; JIANG, D.; LIU, W, YANG, Y.; ZHANG, Y.; JIN, C.; SUN, S. Comparison of fermentation behaviors and properties of raspberry wines by spontaneous and controlled alcoholic fermentations. *Food Research International*, [s. l.], 2019.

- LIN, X.; HU, X.; WU, W.; LIU, S.; LI, C.
Evaluation of the volatile profile of wax apple (*Syzygium samarangense*) wines fermented with different commercial *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Food Sci Biotechnology*, [s. I.], 2018.
- MEYER, C. R.; LEYGUE-ALBA, N. M. R.
Manual de Métodos Analíticos Enológicos. EDUCS: Caxias do Sul, 1991, p. 59.
- OLIVEIRA, L. A.; LORDELO, F. S.; TAVARES, J. T. Q.; CAZETTA, M. L.
Preparation of fermented beverage using residual syrup of osmotic dehydration of pineapple (*Ananas comosus* L.). *Revista brasileira de tecnologia agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 702-712, 2012.
- PAL, A.; KHANUM, F. Efficacy of xylanase purified from *Aspergillus niger* DFR-5 alone and in combination with pectinase and cellulase to improve yield and clarity of pineapple juice. *Journal of Food Science and Technology*, [s. I.], v. 48, p. 560-568, 2011.
- PARENTE, G. D. L.; ALMEIDA, M. M.; DA SILVA, J. L.; DA SILVA, C. G., ALVES, M. F. Cinética da produção do fermentado alcoólico de abacaxi 'pérola' e caracterização da bebida. *Revista Verde*, Mossoró, v. 9, n. 2, p. 230 - 247, 2014.
- RAMALLO, L. A.; MASCHERONI, R. H.
Quality evaluation of pineapple fruit during drying process. *Food and Bioproducts Processing*, [s. I.], v. 90, p. 275-283, 2012.
- RODA, A.; DE FAVERI, D. M.; GIACOSA, S.; DORDORI, R.; LAMBRI, M.
Effect of pretreatments on the saccharification of pineapple waste as a potential source for vinegar production. *Journal of Cleaner Production*, [s. I.], v. 112, n. 5, p. 4477-4484, 2016.
- SEAPA. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Abacaxi. Subsecretaria do Agronegócio, 2019.
- SLINKARD, K.; SINGLETON, V. L. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, Davis, v. 28, p. 49-55, 1977.
- SPENCE, C. On the psychological impact of food colour. *Flavour*, v. 4, n. 21, 2015.
- THÉ, P. M. P.; NUNES, R. P.; MOREIRA DA SILVA, L. I. M.; ARAÚJO, B. M. Características físicas, físico-químicas, Químicas e atividade enzimática de abacaxi cv. *Smooth cayenne* recém colhido. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 273-281, 2010.
- THÉ, P. M. P.; NUNES, R. P.; MOREIRA DA SILVA, L. I. M.; ARAÚJO, B. M. Características físicas, físico-químicas, Químicas e atividade enzimática de abacaxi cv. *Smooth cayenne* recém colhido. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 273-281, 2010.
- VENTURINI, W. G. F. *Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia*. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2016.
- ZAMPINI, M.; SANABRIA, D.; PHILLIPS, N.; SPENCE, C. The multisensory perception of flavor: assessing the influence of color cues on flavor discrimination responses. *Food Quality and Preference*, v. 18, n. 7, p. 975-984, 2007.
- ZOECKLEIN, B. W.; FUGELSANG, K. C.; GUMP, B. H.; NURY, F. S. *Wine analysis and production*. New York: Chapman & Hall, 1994, p. 621.