



**Universidade Federal de Uberlândia**  
**Faculdade de Engenharia Química**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química**

**Bebidas funcionais fermentadas de cascas de frutas ricas em compostos  
antioxidantes**

**Lairy Silva Coutinho**

Uberlândia - MG  
2019.



**Universidade Federal de Uberlândia**  
**Faculdade de Engenharia Química**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química**

**Bebidas funcionais fermentadas de cascas de frutas ricas em compostos  
antioxidantes**

**Lairy Silva Coutinho**

**Orientador:** Prof. Dr. Ubirajara Coutinho Filho (UFU)

**Coorientador:** Prof. Dr. Márcio Caliari (UFG)

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Engenharia Química, área de concentração em Pesquisa e Desenvolvimento de Processos Químicos.

Uberlândia –MG  
2019.

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C871	Coutinho, Lairy Silva, 1985-
2019	Bebidas funcionais fermentadas com cascas de frutas ricas em compostos antioxidantes [recurso eletrônico] / Lairy Silva Coutinho. - 2019.  Orientador: Ubirajara Coutinho Filho. Coorientador: Márcio Caliarí.  Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Engenharia Química.  Modo de acesso: Internet.  Disponível em: <a href="http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.2189">http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.2189</a> Inclui bibliografia.  Inclui ilustrações.

1. Engenharia química. I. Coutinho Filho, Ubirajara, 1970-, (Orient.). II. Caliarí, Márcio, 1962-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Engenharia Química. IV. Título.

CDU: 66.0

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:  
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

## ATA DE DEFESA

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Química				
Defesa de:	Tese de Doutorado, 10/2019, PPGEQ				
Data:	Dez de julho de dois mil e dezenove	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	17:20
Matrícula do Discente:	11523EQU002				
Nome do Discente:	Lairy Silva Coufinho				
Título do Trabalho:	Bebidas funcionais fermentadas com cascas de frutas ricas em compostos anfioxidantes				
Área de concentração:	Desenvolvimento de processos químicos				
Linha de pesquisa:	Engenharia Bioquímica				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Reaproveitamento de resíduos sólidos				

Reuniu-se na sala 1K228, Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, assim composta: Professores Doutores: Grasielle Scaramal Madrona - DAL/UEM; Tais Magalhães Abrantes Pinheiro; Vivian Consuelo Roelon Schmidt - FEQUI/UFU; Vicelma Luiz Cardoso - PPGEQ/UFU e Ubirajara Coufinho Filho - PPGEQ/UFU, orientador da candidata. Ressalta-se que a Profa. Dra. Grasielle Scaramal Madrona participou da defesa por meio de videoconferência desde a cidade de Maringá/PR. Os demais membros da banca e a aluna participaram in loco.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Prof. Dr. Ubirajara Coufinho Filho, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu a Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimeada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Grasielle Scaramal Madrona, Usuário Externo**, em 10/07/2019, às 17:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ubirajara Coufinho Filho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/07/2019, às 17:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vicelma Luiz Cardoso, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/07/2019, às 17:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vivian Consuelo Reolon Schmidt, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/07/2019, às 17:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tais Magalhães Abrantes Pinheiro, Usuário Externo**, em 10/07/2019, às 17:18, conforme horário oficial de Brasília,

com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_or\\_gao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_or_gao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1358305** e o código CRC **A57A0B08**.

## DEDICATÓRIA

Dedico esta tese aos meus pais, Antonio Coutinho e Sinomar, ao meu irmão Larry e ao meu esposo Dione Carlos que são muito importantes em minha vida.

Sem vocês, não teria chegado até aqui!

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado esta oportunidade e por sempre iluminar o meu caminho.

Aos meus pais por me apoiarem nesta jornada e a minha mãe que sempre me motivou pela busca do conhecimento.

Ao meu esposo Dione Carlos pelo apoio desde o início do curso, companheirismo, paciência, amor e dedicação.

Ao meu coorientador, professor Márcio Caliari, que me auxiliou muito no decorrer da pesquisa do doutorado e que com certeza contribuiu muito para minha formação profissional e por ter aceitado que eu conduzisse parte dos meus experimentos junto ao LABDARSA da UFG.

À professora Grasiela que mesmo que estivesse finalizando seu período de pesquisa na UFU, ainda teve paciência comigo de me auxiliar em análises cromatográficas de interesse a minha pesquisa.

Ao Felipe Moreira e aos demais colegas de laboratório pela troca de experiências, solidariedade e colaboração nos experimentos.

Ao professor Ubirajara Coutinho Filho, que aceitou me orientar, pela competência, simplicidade e paciência, sou muito grata!

À professora Vicelma Luiz Cardoso pelo suporte de grande valia que foi dado na condução das minhas pesquisas.

À todos os professores e funcionários da FEQUI que contribuíram para minha formação.

## SUMÁRIO

LISTA DE EQUAÇÕES.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA.....	6
2.2. BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADAS.....	7
2.3. FRUTAS COM POTENCIAL PARA VINIFICAÇÃO.....	10
2.3.1. Uva.....	10
2.3.2. Jabuticaba.....	13
2.3.3. Mirtilo.....	16
2.3.4. Abacaxi.....	18
2.3.5. Cascas de frutas.....	20
2.4. CANA-DE-AÇÚCAR.....	22
2.5. COMPOSTOS BIOATIVOS.....	24
2.6 DELINEAMENTO DE MISTURAS.....	27
CAPÍTULO 3: MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 MATERIAL.....	30
3.1.1 Obtenção das matérias-primas.....	30
3.2.2 Planejamento experimental .....	31
3.2.3. Elaboração das bebidas fermentadas alcoólicas.....	31
3.2.4. Análises físicas e químicas.....	34
3.2.5 Análise estatística dos resultados.....	41
CAPÍTULO 4: RESULTADO E DISCUSSÃO.....	42



4.1. BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADAS DE CASCAS DE FRUTAS (CASCA DE ABACAXI, CASCA DE UVA E CALDO DE CANA) SEM PROCESSO DE MISTURA.....	42
4.2. BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADAS DE DELINEAMENTO DE MISTURAS CONTENDO CASCA DE UVA, CASCA DE ABACAXI E CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	54
4.3. BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADAS DE DELINEAMENTO DE MISTURAS CONTENDO CASCA DE JABUTICABA, CASCA DE ABACAXI E CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	64
4.4. BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADAS DE DELINEAMENTO DE MISTURAS CONTENDO CASCA DE MIRTILO, CASCA DE ABACAXI E CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	74
CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES.....	85
CAPÍTULO 6: SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	86
REFERÊNCIAS.....	87

## LISTA DE EQUAÇÕES

3.1. Equação de percentual de umidade.....	35
3.2 Equação de % de Extrato etéreo.....	35
3.3 Equação de % de Proteína.....	36
3.4 Equação de % de fibra bruta.....	36
3.5 Equação de % de carboidrato.....	37
3.6 Equação de % de Cinzas.....	37
3.7 Equação de % de Acidez total.....	37
3.8 Equação para calcular ângulo hue (°H).....	38
3.9 Equação para calcular saturação (C).....	39
3.10 Equação de % Inibição (% Atividade Antioxidante).....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Previsão de consumo de bebidas alcoólicas em mercados mundiais (milhões de litros).....	1
Tabela 2. 1. Principais espécies de jabuticabeiras, nomes vulgares e origem e/ou ocorrência.....	8
<b>Tabela 2.2.</b> Principais espécies de jabuticabas, nomes vulgares e origem e/ou ocorrência.....	14
<b>Tabela 2.3.</b> Características físico-químicas de frutos de mirtilo.....	18
<b>Tabela 2.4.</b> Valor nutricional do abacaxi (USDA, 2016).....	19
<b>Tabela 2.5.</b> Compostos bioativos presentes em alimentos envolvidos na modulação da resposta inflamatória.....	25
Tabela 3.1. Delineamentos experimentais da elaboração das bebidas fermentadas alcoólicas.....	31
Tabela 3.2. Curva padrão de Folin-Ciocalteu.....	39
Tabela 4.1 – Composição centesimal das matérias-primas.....	42
Tabela 4.2 – Cinética de fermentação de primeira ordem: constante de velocidades de fermentação em ordem decrescente (-K), tempo de fermentação, $R^2$ , soma dos quadrados do erro experimental (SQE).....	45
Tabela 4.3 – Caracterização físico-química das bebidas alcoólicas fermentadas.....	48
Tabela 4.4 – Compostos bioativos das bebidas alcoólicas fermentadas analisadas.....	51
Tabela 4.5 – Análises físico-químicas das bebidas alcoólicas fermentadas (B.A.F).....	55
Tabela 4.6. Resultados dos experimentos (tratamentos) quanto a compostos bioativos, teor alcoólico e cromaticidade.....	58
Tabela 4.7. Modelos quadráticos de compostos bioativos, etanol e cromaticidade encontrados nas bebidas alcoólicas fermentadas.....	60
Tabela 4.8. Resultados para validação do teste de desejabilidade.....	64
Tabela 4.9 – Análises físico-químicas das bebidas alcoólicas fermentadas (B.A.F).....	66
Tabela 4.10. Resultados dos experimentos (tratamentos) quanto a compostos bioativos, teor alcoólico e cromaticidade.....	69
Tabela 4.11. Modelos quadráticos de compostos bioativos, etanol e cromaticidade encontrados nas bebidas alcoólicas fermentadas.....	70

Tabela 4.12. Resultados para validação do teste de desejabilidade das bebidas alcoólicas fermentadas a partir de caldo de cana, casca de abacaxi e casca de jabuticaba.....	74
Tabela 4.13 – Análises físico-químicas das bebidas alcoólicas fermentadas (B.A.F)....	76
Tabela 4.14. Resultados dos experimentos (tratamentos) quanto a compostos bioativos, teor alcoólico e cromaticidade.....	79
Tabela 4.15. Modelos quadráticos de compostos bioativos, etanol e cromaticidade encontrados nas bebidas alcoólicas fermentadas.....	80
Tabela 4.16. Resultados para validação do teste de desejabilidade das bebidas alcoólicas fermentadas a partir de caldo de cana, casca de abacaxi e casca de mirtilo.....	83

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Exportações brasileiras de uvas durante o período de 2010 a 2017.....	10
Figura 2.2. Uva midnight Beauty.....	11
Figura 2.3. Jabuticabeira ( <i>Myrciaria cauliflora</i> ).....	13
Figura 2.4.: Aspectos de frutos e da planta, cv “ <i>Bluebelle</i> ”.....	17
Figura 2.5. Composição da cana-de-açúcar.....	23
Figura 2.6. Estrutura do (A) ácido clorogênico e (B) ácido cafeico.....	26
Figura 2.7. Flavonóides.....	27
Figura 2.8. Visão geral de um gráfico de mistura de 3 componentes A, B e C, e sua mesma representação em linhas de grade.....	29
Figura 3.1. Fluxograma de elaboração de bebidas fermentadas alcoólicas para os seguintes delineamento experimentais em diferentes proporções de mistura: 1 – Casca de mirtilo, casca de abacaxi e caldo de cana; 2- casca de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana; 3- casca de uva, casca de abacaxi e caldo de cana-de-açúcar.....	33
Figura 3.2. Termômetro infravermelho para aferição de temperatura (a); Refratômetro (b).....	34
Figura 3.3. (a) Fermentação de mostos em incubadora com controle de temperatura com o batoque hidráulico e (b) ilustração das bebidas alcoólicas fermentadas em seus respectivos delineamentos de mistura elaboradas.....	34
Figura 4.1- A) Gráfico de evolução do comportamento fermentativo das bebidas alcoólicas fermentadas em relação aos Sólidos Solúveis (SS) em função do tempo de fermentação em horas. B) Tabela de acidez titulável expresso em g/L de ácido acético e teor de açúcares redutores totais (ART) em g/L das bebidas alcoólicas fermentadas.....	44
Figura 4.2 – Cinética de fermentação do delineamento de misturas de bebidas contendo casca de abacaxi (C.A), casca de uva (C. U) e caldo de cana-de-açúcar em diferentes proporções.....	54
Figura 4.3. (A) % Atividade Antioxidante; (B) Compostos Fenólicos Totais (mg Eq Ác. Gálico.L <sup>-1</sup> ); (C) Antocianinas (mg/L); (D) Ácido Gálico (mg/L); (E) Ácido Ferrúlico (mg/L); (F) Etanol (%); (G) Cromaticidade (*C).....	61
Figura 4.4. Diagrama gráfico da desejabilidade. Bebidas alcoólicas fermentadas com características físico-químicas em um produto com potencial comercial, em função das	

condições de compostos bioativos (% Atividade Antioxidante (A.A), Compostos Fenólicos Totais (C.F.T), Antocianinas, Ácido Gálico, Ácido Cafeico, Ácido Ferrúlico), Etanol e Cromaticidade (\*C).....63

Figura 4.5 – Processo fermentativo do delineamento de mosto a partir da casca de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana.....65

Figura 4.6 (A) % Atividade Antioxidante; (B) Compostos Fenólicos Totais (mg Eq Ác. Gálico.L<sup>-1</sup>); (C) Antocianinas (mg/L); (D) Ácido Gálico (mg/L); (E) Ácido Ferrúlico (mg/L); (F) Etanol (%); (G) Cromaticidade (\*C); (H) Ácido Cafeico (mg/L).....72

Figura 4.7 – Diagrama gráfico da desejabilidade. Bebidas alcoólicas fermentadas de casca de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana com características físico-químicas em um produto com potencial comercial, em função das condições de compostos bioativos (% Atividade Antioxidante (A.A), Compostos Fenólicos Totais (C.F.T), Antocianinas, Ácido Gálico, Ácido Cafeico, Ácido Ferrúlico), Etanol e Cromaticidade (\*C).....73

Figura 4.8 – Processo fermentativo do delineamento de mosto a partir da casca de mirtilo, casca de abacaxi e caldo de cana.....75

Figura 4.9. (A) % Atividade Antioxidante; (B) Compostos Fenólicos Totais (mg Eq Ác. Gálico.L<sup>-1</sup>); (C) Antocianinas (mg/L); (D) Ácido Gálico (mg/L); (E) Ácido Cafeico; (F) Ácido Ferrúlico (mg/L); (G) Etanol (%); (H) Cromaticidade (\*C).....81

Figura 4.10. Diagrama gráfico da desejabilidade. Bebidas alcoólicas fermentadas de casca de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana com características físico-químicas em um produto com potencial comercial, em função das condições de compostos bioativos (% Atividade Antioxidante (A.A), Compostos Fenólicos Totais (C.F.T), Antocianinas, Ácido Gálico, Ácido Cafeico, Ácido Ferrúlico), Etanol e Cromaticidade (\*C).....82

## RESUMO

Há cascas de frutas ricas em compostos bioativos interessantes ao consumo, porém muitas vezes a agroindústria não aproveita estes coprodutos no desenvolvimento de novos produtos com maior funcionalidade que possam gerar benefícios a saúde; logo esse trabalho almejou elaborar bebidas alcoólicas fermentadas a partir de cascas de frutas, avaliar a cinética de fermentação dos mostos, características físico-químicas e compostos bioativos presentes nas bebidas elaboradas. Todos os mostos (com e sem processos de mistura contendo: casca de uva, casca de mirtilo, casca de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana) foram padronizados quanto ao teor de sólidos solúveis iniciais a 20° Brix, utilizou-se levedura *Sacharomyces Cerevisiae* Blastosel MV, houve controle térmico em B.O.D a 28° C e após fermentação e término do preparo das bebidas alcoólicas fermentadas, as mesmas foram submetidas a análises físicas e químicas, tais como: teor de acidez, antocianinas, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante, quantificações cromatográficas (ácidos orgânicos, açúcares e álcoois), além de análise instrumental de cor. Os parâmetros estatísticos utilizados foram análise de variância, teste de Tukey e delineamento de misturas. Os principais resultados das bebidas sem processos de misturas foram relacionados as bebidas obtidas de cascas de frutas vermelhas (cascas de: uva, jabuticaba e mirtilo), visto que alguns compostos bioativos encontrados (ácido gálico, ácido cafeico, compostos fenólicos totais) foram maiores do que em literaturas de bebidas de vinho tinto; já quanto as bebidas dos delineamentos de misturas, observou-se no contexto geral maior influência de cascas de frutas vermelhas utilizadas nos compostos bioativos avaliados e as bebidas de maior desejabilidade em relação aos compostos bioativos, teor de etanol e parâmetros de cromaticidade foram as bebidas contendo quantidades intermediárias entre os componentes de mistura. A cinética de fermentação de todos os mostos foi satisfatória para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas; já quanto aos parâmetros físicos, observou-se coloração de tonalidade vermelho púrpura nas bebidas com concentrações intermediárias à maiores quantidade de cascas de uva, mirtilo e jabuticaba; quanto ao teor alcoólico das bebidas em geral, todas obtiveram característica satisfatória para o tipo de bebida obtida e as bebidas de maior desejabilidade entre todos os delineamentos de mistura analisados foi referente aos pontos centrais (com concentração intermediária entre os componentes de mistura). Logo é possível concluir que as bebidas obtidas a partir das cascas de frutas avaliadas possuíam características físicas e químicas satisfatórias para elaboração de desenvolvimento de novos produtos a partir de coprodutos agroindustriais e possuem características funcionais devido aos compostos bioativos existentes na maioria das bebidas elaboradas.

Palavras-chave: cascas de frutas, bebidas alcoólicas fermentadas, compostos bioativos.

## ABSTRACT

There are fruit peels rich in bioactive compounds that are interesting to consumption, but often agroindustry does not take advantage of these co-products in the development of new products with greater functionality that can generate health benefits; soon this work aimed to elaborate fermented alcoholic beverages from fruit peels, to evaluate the fermentation kinetics of the musts, physical-chemical characteristics and bioactive compounds present in the elaborated beverages. All musts (with and without mixing processes containing: grape peel, blueberry husk, jaboticaba peel, pineapple peel and cane juice) were standardized for the initial soluble solids contents at 20 ° Brix, yeast was used *Sacharomyces Cereviseae* Blastosel MV, BOD at 28 ° C and after fermentation and finishing of the fermented alcoholic beverages, they were submitted to physical and chemical analyzes, such as: acidity, anthocyanins, total phenolic compounds, antioxidant activity, chromatographic quantification organic acids, sugars and alcohols), as well as instrumental color analysis. The statistical parameters used were analysis of variance, Tukey's test and design of mixtures. The main results of the beverages without blending processes were related to the beverages obtained from red fruit peels (grape, jaboticaba and blueberry peels), since some bioactive compounds found (gallic acid, caffeic acid, total phenolic compounds) were higher than in literature on red wine beverages; as well as the beverages of the mix designs, it was observed in the general context greater influence of red fruit peels used in the evaluated bioactive compounds and the beverages of greater desirability with respect to the bioactive compounds, ethanol content and chromaticity parameters were the beverages containing intermediate amounts between the mixing components. The fermentation kinetics of all musts were satisfactory for the production of fermented alcoholic beverages; As for the physical parameters, purple-red tint was observed in beverages with intermediate concentrations of grape, blueberry and jaboticaba peel; as for the alcohol content of the beverages in general, all obtained a satisfactory characteristic for the type of drink obtained and the beverages of greatest desirability among all the mix designs analyzed was referring to the central points (with intermediate concentration between the mixing components). It is therefore possible to conclude that the beverages obtained from the evaluated fruit peels had satisfactory physical and chemical characteristics to elaborate the development of new products from agroindustrial co-products and have functional characteristics due to the bioactive compounds found in most elaborated beverages.

Keywords: fruit peels, fermented alcoholic beverages, bioactive compounds.



---

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

---

A indústria de bebida pode produzir em bebidas não-alcoólicas industrializadas, águas envasadas, bebidas tradicionais e bebidas alcoólicas. As bebidas elaboradas a partir de processos fermentativos geram as bebidas alcoólicas, sendo que o vinho e a cerveja se destacam entre estes tipos de bebidas, como também sua produção torna uma alternativa para consumidores que procuram novos sabores e uma grande variedade de produtos.

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação – ABIA (2017), a indústria de bebidas brasileira faturou, em 2016, R\$ 117,0 bilhões, o que é equivalente a 1,9% do PIB brasileiro (projeção) daquele ano e 4,8% do valor bruto da produção da indústria de transformação.

O vinho é produzido principalmente da uva (*Vitis vinifera*) e obtido da fermentação do mosto de frutas sã, frescas e maduras (Brasil, 2015). O nome “vinho” é reservado exclusivamente para a bebida da uva, sendo que a denominação para bebidas alcoólicas fermentadas obtidas de outras frutas é “fermentado alcoólico” seguido do nome da fruta. Teoricamente, qualquer fruto ou vegetal comestível que, em sua composição química, contenha umidade suficiente, açúcar (glicose, frutose, sacarose) e outros nutrientes para as leveduras, podem ser utilizados como matéria-prima para a produção de bebidas fermentadas (CORAZZA et al., 2001).

O consumo previsto de bebidas alcoólicas nos três principais mercados mundiais em milhões de litros como projeção de 2018 a 2020 ocorre de acordo a Tabela 1.1.

**Tabela 1.1.** Previsão de consumo de bebidas alcoólicas em mercados mundiais (milhões de litros)

Localidade	2018	2019	2020
China	62.019,6	63.585,2	65.207,9
EUA	31.462,1	31.611,1	31.724,0
Brasil	14.896,9	15.106,9	15.376,0

Fonte: Euromonitor International (2016)

O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr.) é um fruto consumido em várias regiões do mundo e apesar da abundância do cultivo dessa fruta no Brasil, o aproveitamento industrial ainda é pequeno frente ao consumo da fruta in natura, sendo que é necessária a busca de alternativas para o seu uso, visando o aproveitamento do excesso de safras, principalmente pela indústria, para a fabricação de produtos não tradicionais, como por exemplo, vinhos, devido a alta concentração de açúcares fermentescíveis, acidez e características sensoriais.

Segundo Franco e Chaloub (1992) e Franco (2004) o abacaxi apresenta alto teor de açúcares, sendo rico em sais minerais e vitaminas A, C, B1 e B2, porém a maior parte dos nutrientes está contida na casca, principalmente no que diz respeito a açúcares e minerais e sabe-se que as cascas de abacaxi são muitas vezes desprezadas no decorrer do processamento industrial.

O reino vegetal possui grande quantidade de compostos fenólicos. Esses são substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. A uva (*Vitis Vinifera*) possui flavonoides (antocianinas, flavanóis e flavonóis), estilbenos (resveratrol), ácidos fenólicos (derivados dos ácidos cinâmicos e benzoicos) e uma larga variedade de taninos (Malacrida & Motta, 2005).

As sementes e casca de uva contêm flavonoides (catequina, epicatequina, procianidinas e antocianinas), ácidos fenólicos e resveratrol, que mostram ter atividades funcionais. O extrato de procianidinas da semente da uva apresenta atividade antioxidante in vivo (Sato et al., 2001) e pode ser tão importante quanto a vitamina E e impedir os danos oxidativos nos tecidos (Tebib et. al., 1997), reduzindo a oxidação lipídica (BOUHAMIDI et al., 1998), e/ou inibir a produção de radicais livres (BAGCHI et al., 1998).

Os compostos fenólicos são importantes fornecedores de flavor e cor aos vinhos, sendo essa última característica que diferencia vinhos tintos e brancos; possuem também propriedades antioxidantes, que são capazes de reduzir riscos de doenças coronárias e de inibir de agregação plaquetária, melhoram a função endotelial, induz a vasodilatação dos vasos arteriais e inibe a oxidação do colesterol LDL (GIEHL et al., 2007).

A jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) é conhecida como uma das fontes brasileiras mais ricas de antocianinas. Comumente encontrado nos mercados brasileiros,

a jabuticaba in natura é amplamente consumida, e sua popularidade foi comparada à das uvas nos Estados Unidos. A fruta tem um sabor doce e subácido provavelmente devido ao seu teor de açúcar, ácido orgânico e terpeno (LEITE-LEGATTI et. al., 2012).

A jabuticaba pode ser consumida in natura ou processada, sendo utilizada na fabricação de vinhos, geleia, sucos, licor, vinagre e compotas. Possui grande valor nutricional apresentando teores significativos de fibras (2,3 g/100g), potássio (130 mg/100g) e magnésio (18mg/100g); enquanto que as cascas e sementes da jabuticaba geralmente desprezadas, representam juntas, aproximadamente, 50% do fruto, assim sendo, sabe-se que o melhor aproveitamento dessas frações agregam maior valor ao fruto. Nas cascas da jabuticaba existe uma grande quantidade de antocianinas, o que ajuda a tingir a fruta, funcionando como um corante natural. Estudos de vários pesquisadores têm demonstram propriedades farmacológicas de flavonoides presentes neste fruto (FERREIRA et. al.; 2012).

Outro fruto rico em compostos fenólicos que muitas vezes também é utilizado como bebida similar ao vinho devido a seu processo fermentativo, é o mirtilo (“blueberry”), pertence a família Ericacea, subfamília Vaccinoideae, gênero *Vaccinium* e subgênero *Cyanococcus*. O mirtilo possui concentração elevada de açúcares, são aromáticos e de coloração intensa; além de conter ácidos orgânicos em teores elevados, sendo os mais comuns o quínico, o málico e o cítrico; já em suas cascas contém alto teor de antocianinas e boa parte dos açúcares presentes no fruto. Há algumas alegações terapêuticas de uso do mirtilo devido ácidos orgânicos e compostos fenólicos que são ligados a “fonte de longevidade” (KECHINSKI et al.; 2010).

A fermentação do suco de uva em vinho é um processo bioquímico complexo, em que as leveduras necessitam de açúcares e outros constituintes do suco de uva, como substrato para o seu crescimento, assim os converter em etanol, dióxido de carbono e outros produtos finais do metabolismo, que contribuem para composição química e qualidade do vinho (SENER et al., 2007).

Segundo Zinnai et al. (2013), várias espécies de *Saccharomyces* têm sido amplamente utilizados na produção de vinhos. A espécie *Saccharomyces cerevisiae* é a levedura mais comum na fermentação alcoólica e também é utilizada pela capacidade de produzir e tolerar altas concentrações de etanol em meio ácido e com elevado conteúdo de açúcares. Além disso, são as mais adaptadas às condições industriais e de maior importância econômica envolvendo os processos biotecnológicos.

Outra matéria-prima de fácil fermentação, além da uva, é o caldo de cana de açúcar, uma vez que possui quantidade de sólidos solúveis interessantes para nutrir as leveduras durante fermentação. A cana de açúcar é uma matéria-prima abundante e de baixo custo no mercado brasileiro, o que possibilita a produção de etanol em larga escala para diversos usos como combustível, bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas (XIAO et. al., 2017).

Este trabalho almejou elaborar bebidas alcoólicas fermentadas obtidas por resíduos agroindustriais com e sem processos de mistura a partir de caldo de cana-de-açúcar e cascas de frutas, tais como cascas de abacaxi, uva, jabuticaba e mirtilo sendo estas primeiras sem processos de mistura para avaliação de cinética de fermentação e características físico-químicas, como também seus compostos bioativos presentes, além de reduzir desperdícios nos processos industriais e fornecer aos consumidores opções de bebidas com características funcionais contendo compostos fenólicos interessantes ao consumo; quanto aos objetivos específicos têm-se:

- Avaliar cinética de fermentação dos mostos sem processos de mistura de cascas de frutas (cascas de abacaxi, uva, jabuticaba e mirtilo) e de caldo de cana-de-açúcar.
- Avaliar as características físicas relacionadas tonalidade e saturação (aspectos de cor) de cada bebida alcoólica fermentada elaborada, bem como avaliar também as características químicas das bebidas elaboradas sem processos de misturas;
- Identificar e quantificar compostos bioativos presentes em cada bebida obtida sem processo de mistura;
- Realizar a cinética de fermentação dos três delineamentos de misturas:
  - Casca de uva, casca de abacaxi e caldo de cana;
  - Casca de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana;
  - Casca de mirtilo, casca de abacaxi e caldo de cana.
- Avaliar a atividade antioxidante das bebidas alcoólicas fermentadas nos delineamentos de misturas para identificação das melhores bebidas de cada delineamento experimental;
- Comparação das bebidas alcoólicas fermentadas sem misturas e bebidas fermentadas alcoólicas de cada delineamento de misturas;

- Estudo comparativo de teor de ácidos encontrados em bebidas de cada delineamento e suas particularidades por delineamento de mistura em questão.
- Quantificar por cromatografia de teor alcoólico, tipos de açúcares e ácidos presentes em cada delineamento experimental.
- Avaliar a cor de cada bebida fermentada alcoólica de todos os delineamentos por meio de análise instrumental de cor.
- Quantificar de compostos fenólicos existentes em bebidas fermentadas alcoólicas de cada delineamento experimental.
- Selecionar a bebida alcoólica fermentada com maior desejabilidade (análise estatística) em relação à cor, capacidade antioxidante e compostos fenólicos para cada delineamento experimental.

---

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

#### 2.1. FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

O processo fermentativo é considerado um dos mais antigos métodos de preservação de alimentos, sendo que há registro no período de 2000 a 4000 a.C do desenvolvimento da fermentação alcoólica pelos povos egípcios e sumérios, com emprego na fabricação de vinhos e cervejas (WARD, 1991; ROSS et al., 2002). Do ponto de vista bioquímico, a fermentação é um processo catabólico anaeróbio que não envolve cadeia respiratória ou citocromos. O processo da fermentação alcoólica caracteriza-se como uma via catabólica, na qual há degradação de moléculas de açúcar (glicose ou frutose), no interior da célula de microrganismos (levedura ou bactéria) até a formação de etanol e CO<sub>2</sub>, havendo liberação de energia química e térmica (LEHNINGER et al., 1995).

De forma global, representa-se a fermentação alcoólica pela Equação de Gay-Lussac, na qual se observa que 1 mol de glicose (180 g) produz 2 moles de etanol (92g) e 2 moles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (88g) e 57 kcal de energia de acordo a equação:  $C_6H_{12}O_6 + 2Pi + 2ADP \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP + 2H_2O + 57kcal$  (LEHNINGER et al., 1995; KOLB, 2002).

No decorrer do processo fermentativo, são formados etanol e demais componentes importantes em menor quantidade, tais como álcoois superiores, glicerol, aldeídos, ésteres e acetatos, compostos importantes para a formação do aroma de bebidas alcoólicas fermentadas como o vinho (LURTON et al., 1995; DIAS, 1996; MARQUES & PASTORE, 1999).

Dentre as leveduras, existem linhagens responsáveis pela fermentação de grãos e frutas, sendo estas empregadas na fabricação de pães (FRAZIER et al., 1988; MENEZES, 1997). Geralmente as leveduras são hábeis para crescer e eficientes na produção de etanol em valores de pH entre 3,5 a 6,0 e temperaturas de 28 a 35°C, porém com a taxa inicial de produção de etanol, ocorre um aumento da temperatura, o que gera uma redução da produtividade global da fermentação, sendo que este decréscimo é associado aos efeitos que a levedura sofre pela formação do produto, uma

vez que esta é bastante susceptível a inibições pelo etanol. Concentrações de 1 a 2% de etanol são suficientes para retardar o crescimento da maioria das espécies de leveduras, já em concentrações em torno de 10% de etanol, a taxa de crescimento é quase nula (SANTOS et al., 2011).

As leveduras são utilizadas na área de bioprocessos há mais de 8000 anos e podem fermentar apenas mono e oligossacarídeos (glicose, maltose, sacarose), em função da ausência da informação genética que codifica enzimas hidrolíticas necessárias à fermentação de carboidratos de maior complexidade estrutural (SANTOS et al., 2012). No Brasil, são comumente utilizadas a levedura do gênero “*Saccharomyces Cerevisiae*” na indústria é empregada na elaboração de bebidas, cerveja, vinho, cachaça e na produção de bioetanol (MACEDO, 1993; OGAWA et al., 2000).

A levedura “*Sacharomyces Cerevisiae*” possui importantes características, como alta eficiência fermentativa, tolerância a baixos valores de pH e alta concentração de açúcar e etanol, capacidade de crescer anaerobicamente, alta resistência a inibidores presentes na biomassa hidrolisada e alta competitividade perante contaminação na fermentação industrial (PACHECO et al., 2002; FISHER, 2014).

## **2.2. BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADAS**

Com ênfase no vinho de uva e na cerveja, em termos de volume produzido e comercializado, o mercado de bebidas alcoólicas tem crescido anualmente e demandado constantemente investimentos em tecnologias inovadoras. Além das bebidas produzidas e comercializadas em todo o mundo, nas últimas décadas, houve um crescente interesse em bebidas não tradicionais que não são amplamente comercializadas. Além disso, nos últimos anos, tem havido uma busca crescente pelo desenvolvimento de novas bebidas elaboradas a partir dos mais variados substratos (LOPES et al., 2019).

O crescente interesse em bebidas novas e não tradicionais tem sido motivado por várias razões, entre as quais podemos citar a necessidade de usar o excedente e a produção; o uso de produtos sem padrão de qualidade, como no caso de algumas frutas; melhor exploração do potencial sub-explorado, como no caso das frutas nativas do clima temperado e tropical; agregar valor às cadeias produtivas, como no caso dos subprodutos do processamento de café e da indústria de laticínios; e a necessidade de criar um “novo” destino para substratos gerados a partir de plantas que ainda não são

totalmente exploradas, como por exemplo o sorgo sacarino, assim observado pelos estudos relacionados a Tabela 2.1.

**Tabela 2.1.** Bebidas e substratos usados em sua produção

<b>Bebida</b>	<b>Substrato</b>	<b>Referência</b>
Licor	Café moído	Sampaio et al. (2013)
Aguardente	Soro de queijo fluido	Dragone et al. (2009)
Aguardente	Soro de leite em pó	Dragone et al. (2009)
Vinho	Manga	Reddy and Reddy (2005)
Licor	Jabuticaba	Duarte et al. (2011), Gonçalves & de Souza (2014)
Vinho	Mamão	Umeh & Udemezue (2015), Lee et al. (2013)
Vinho	Framboesa	Duarte et al. (2010)
Licor	Framboesa	González et al. (2011)
Vinho	Laranja	Okunowo et al. (2005), Selli et al. (2003)
Licor	Laranja	Santos et al. (2013)
Vinho	Abacaxi	Dellacassa et al. (2017), Okeke et al. (2015)
Cerveja	Sorgo doce	Oriola et al. (2017), Claver et al. (2011)
Aguardente	Sorgo doce	Zheng et al. (2012), Xing-Lin et al. (2017), Guimarães (2013).

De acordo com Decreto nº 8198 de 2014, a denominação vinho é privativa da uva, sendo vedada sua utilização para produtos obtidos de quaisquer outras matérias-primas (Brasil, 2014). Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Decreto nº 6871/2009, bebida fermentada de fruta é aquela com graduação alcoólica de 4% a 14% em volume a 20°C, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura, sendo que este fermentado pode ser adicionado de açúcares, água e outras substâncias previstas em ato administrativo complementar, para cada tipo de fruta (MAPA, 2009).



No geral, as operações do processo de fabricação de bebida alcoólica fermentada são: extração e preparo do mosto, fermentação alcoólica, trasfega, clarificação, maturação e armazenamento, operações nas quais podem ser aplicadas em escala industrial na produção do vinho, mas também podem ser empregadas outras frutas. São utilizadas para bebidas alcoólicas fermentadas, além da uva, frutos como maçã (*Pyrus malus L.*) pera (*Pyrus communis L.*), cereja (*Prunus cereasus L.*), morango (*Fragaria xananassa Dusch*), framboesa (*Rubus idaeus L.*), laranja (*Citrus sinensis L.*), groselha (*Ribes rubrum L.*) e outros, são também produzidas e consumidas em vários países (LOPES et al., 2019).

Entre as frutas utilizadas para produção de bebidas alcoólicas fermentadas diferentes da uva, encontra-se laranja, manga, framboesa, abacaxi, mamão, entre outros, tanto na produção de bebidas similares ao vinho como na produção de destilados. As justificativas para o uso desses frutos incluem fatores como reutilização de superprodução, uso de frutas sem padrão de qualidade para consumo in natura, geração de bebidas com aromas e sabores característicos da fruta utilizada.

Os vinhos de frutas são definidos como bebidas alcoólicas não diluídas, feitas com outras frutas além da uva, que são estimulantes nutritivos, mais saborosos e mais leves, devido haver maior parte de nutrientes presentes nas frutas originais, além de que estes “vinhos” de frutas passam por um período de fermentação e envelhecimento, e geralmente têm um teor alcoólico entre 5 a 13%. Nenhuma outra bebida, exceto água e leite, ganhou aceitação tão ampla ao longo dos anos quanto ao vinho, sendo esta uma bebida com sabor da fruta fresca que pode ser armazenada e transportada em condições ambientais, além do grande valor nutricional do vinho (SWAMI et al., 2014).

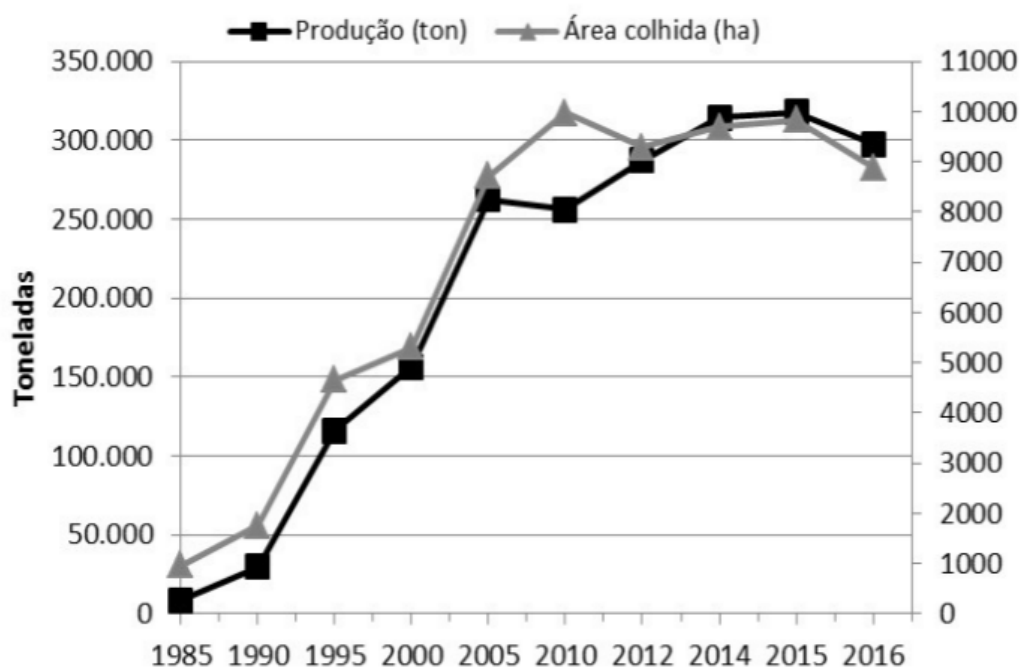
A produção de bebidas fermentadas a partir da jabuticaba é uma alternativa para agregar valor e aumentar a vida útil do produto, além de ser um extrato com maior valor biológico, rico em compostos fenólicos capazes de controlar ou prevenir doenças. Os estudos realizados por de MARTINS DE SÁ et al. (2014) mostraram que, assim como os vinhos, as bebidas fermentadas de jabuticaba comercialmente disponíveis também possuem potencial antioxidante, associado à capacidade vasorelaxante, que pode ser um importante aliado na proteção cardiovascular. A quercetina e o ácido elágico são exemplos dos compostos fenólicos identificados na jabuticaba, onde o efeito vasodilatador está bem estabelecido (KHOO et al., 2010; NISHIDA & SATOH, 2013; YILMAZ & USTA, 2013; LI et al., 2012).

## 2.3. FRUTAS COM POTENCIAL PARA VINIFICAÇÃO

### 2.3.1. Uva

A tendência mundial para o consumo de uvas sem sementes aumentou a concorrência entre os produtores, o que direciona os esforços para atender um mercado consumidor mais exigente (MASCARENHAS et al., 2013). A produção mundial de uva em 2016 foi estimada em 77.438.929 toneladas e o Brasil foi responsável por 984.481 toneladas (1,27% dessa produção) (FAO, 2017).

Na Figura 2.1, observou-se que os volumes exportados de uvas na última década caíram de 119 mil toneladas em 2010, para 54,47 mil toneladas em 2014, logo esse comportamento evidencia o fortalecimento do mercado interno que ocorreu até o ano de 2014, porém com a crise econômica que atingiu o país e a desvalorização do real frente ao dólar, foi novamente estimulado o aumento das exportações a partir de 2015, com maior incremento em 2017, quando atingiu 83,64 mil toneladas (MDIC, 2018).



**Figura 2.1.** Exportações brasileiras de uvas durante o período de 2010 a 2017.

Fonte: MDIC, 2018.

A viticultura do Brasil concentra-se na espécie *V. vinífera* L., para a produção de uvas finas para consumo *in natura* e elaboração de vinhos e espumantes, e uvas da espécie *Vitis labrusca* e híbridas para elaboração de sucos. As principais cultivares de

uvas Itália, Benitaka e Red Globe (com sementes) e entre as cultivares sem sementes tem-se observado nos últimos anos a substituição das cultivares Thompson Seedless, Sugraone e Crimson Seedless por novas cultivares estrangeiras procedentes de diferentes empresas privadas de melhoramento do mundo, como as mais importantes está a uva “midnight beauty” como uvas tintas (SOUZA LEÃO, 2018).

A uva midnight beauty (Figura 2.2) se trata de uva negra sem sementes, as bagas são compridas, com características de cor mais avermelhadas que as uvas negras tradicionais, são abundantes em antioxidantes e vitamina C, esses tipos de bagas possuem sabor aframboezado e agradável, para consumo “in natura”, é vigorosa e fértil, alcançando produtividades entre 25 e 30 t/ha e com teor de sólidos solúveis acima de 19,0°Brix, podendo atingir 23°Brix, em regiões tropicais (MAIA, et al., 2012).



**Figura 2.2.** Uva midnight Beauty.

Fonte: MAIA et al., 2012.

O teor de sólidos solúveis e a quantidade de açúcares redutores aumentam significativamente com o aumento da densidade da baga (ROLLE et al., 2012). Observou-se estreita correlação entre o diâmetro da baga e o teor de sólidos solúveis durante o amadurecimento até 20 °Brix. No entanto, as bagas de mesmo diâmetro podem apresentar valores diferentes de sólidos solúveis devido à ligação funcional entre acúmulo de açúcar, transpiração e acúmulo de água (ŠUKLJE et al., 2012).

De acordo com a resolução VITI 1/2008 da OIV e o Regulamento da Comissão UE 543/2011, as uvas de mesa são consideradas maduras quando a concentração de sólidos solúveis é maior ou igual a 16°Brix ou quando a relação SS/AT (sólidos solúveis/ acidez titulável) é superior a 20. No caso particular das variedades sem

sementes, é considerada madura quando o teor de sólidos solúveis igual ou maior que 14° Brix (OIV, 2008).

Entre os ácidos orgânicos mais importantes para as uvas estão os ácidos tartárico e málico. Em seguida, tem-se o ácido cítrico e, em menores teores, os ácidos succínico e oxálico, todos não excedendo massa total do suco superior a 1% (EYDURAN et al., 2015; YINSHAN et al., 2017).

A glicose e a frutose (hexoses) são os principais açúcares da uva, ao passo que a sacarose e outros açúcares redutores são raramente encontrados ou ocorrem em quantidades mínimas (DHARMADHIKARI, 1994; GRAÇA, 2014; YINSHAN et al., 2017). Segundo Jackson (2014), o teor de açúcares varia entre 15 a 30%, dependendo da espécie e da cultivar. Porém, variações nos teores de frutose e glicose na ordem de 5,8% a 9,66% e de 6,77% a 10,77%, respectivamente (base úmida), foram registrados em outro estudo (KARASU et al., 2016).

Nos últimos anos, houve crescente interesse na determinação de fontes dietéticas adequadas de compostos fenólicos antioxidantes que promovem alguma proteção à saúde (BURIN et al., 2014; SILVA et al., 2015; XU et al., 2017). A uva é uma das frutas mais cultivadas do mundo, tanto para consumo in natura quanto para vinho. Sua composição e propriedades são amplamente estudadas com vários relatos da presença de grandes quantidades de compostos fenólicos, constituindo-se importante fonte para o homem (ROCKENBACH et al., 2011; FRAIGE et al., 2014; LIANG et al., 2014; BENMEZIANE et al., 2016).

O consumo de alimentos ricos em polifenóis é associado aos benefícios de suas propriedades antioxidantes na prevenção de doenças cardiovasculares, certos tipos de câncer e outras doenças relacionadas ao envelhecimento (COSME et al., 2017; ALVAREZ-CASAS et al., 2015). Entre outros componentes importantes do perfil químico da uva, os polifenóis constituem fonte importante de antioxidantes com potenciais benefícios para a saúde humana (ANDELKOVIĆ et al., 2013; SILVA et al., 2015; EYDURAN et al., 2015), uma vez que vários estudos concluíram que existe alta correlação entre os compostos fenólicos, as antocianinas presentes na uva e a atividade de eliminação dos radicais livres (atividade antioxidante) (ANDELKOVIĆ et al., 2015; EYDURAN et al., 2015). Contudo, a quantidade e o perfil destes fitoquímicos variam em função do tipo, cultivar e estágio de maturação do vegetal, bem como das condições

climáticas e eficácia do cultivo (BURIN et al., 2014; DELMONDES et al., 2013), afetando a atividade antioxidante das uvas (LIMA et al., 2014).

### 2.3.2. Jabuticaba

A jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg) de acordo a Figura 2.3., é uma planta nativa brasileira originária da região centro sul e seus frutos que podem ser consumidos ao natural ou na forma de sucos, sorvetes, geléias, licores e vinhos (LORENZI, 1998). Em Goiás, as frutíferas da família *Myrtaceae*, tais como o jambo (*Syzygiu jambos*), a goiaba (*Psidium guajava*), a jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) e a pitanga (*Eugenia uniflora* L.), possuem elevado potencial para exploração econômica, e muitas vezes são desconsideradas. A jabuticaba apresenta grande quantidade de água, carboidratos, fibras, vitaminas e minerais, como, ferro, cálcio e fósforo. O teor nutricional das jabuticabas está relacionado à presença de compostos fenólicos, especialmente na casca (LIMA et al. (2008); ASCHERI et al. (2006)).



**Figura 2.3.** Jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*).

Fonte: LORENZI, 1998.

Segundo MATTOS (1983), BERG (1857) classificou como *Myrciaria cauliflora* (DC) Berg as jabuticabeiras encontradas em Minas Gerais e no Rio de Janeiro. *M. jaboticaba* (Vell) Berg seriam as frutas nativas nas regiões do Rio de

Janeiro e São Paulo, cujos nomes vulgares são “jabuticaba Sabará” ou ainda “jabuticaba-de-cabinho”, além de possuir de acordo RODRIGUES (1894), também a classificação como mostrado pela Tabela 2.2.

**Tabela 2.2.** Principais espécies de jabuticabas, nomes vulgares e origem e/ou ocorrência.

<b>Espécie</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Origem e distribuição geográfica</b>
<i>Myrciaria jabotica</i>	Sabará	RJ, SP – Brasil, Paraguai, Argentina.
<i>M. cauliflora</i> (DC) Berg	Paulista, Ponhema, Açú	MG, RJ – Brasil
<i>M. spirito-santensis</i> Mattos	-----	ES – Brasil
<i>M. coronata</i> Mattos	Jabuticaba de coroa coroadada	Ignorada – SP
<i>M. oblongatta</i> Mattos	Jabuticaba azeda	Ignorada – SP
<i>M. peruviana</i> var. <i>trunciflora</i>	Jabuticaba de cabinho	Ignorada – (MG até Paraguai, Argentina)
<i>M. aureana</i> Mattos	Jabuticaba branca	Ignorada - SP

Fonte: MATTOS (1983)

De modo geral, as frutas não são ricas em proteínas, apresentam em média 1%, sendo as cascas mais ricas que as partes comestíveis (GONDIM et al., 2005). ASCHERI et al. (2006) encontraram 4,17 g de proteínas em 100 g-1 de farinha de bagaço de jabuticaba (matéria seca) e a Tabela Brasileira de Alimentos, TACO (2011) apresenta um valor de 0,6 g. 100g<sup>-1</sup> para a polpa, já quanto ao teor de lipídeos, é possível encontrar teor abaixo de 1% em todas as frações do fruto, visto que este tipo de fruta geralmente não há teor elevado de gordura.

A ingestão de frutas e vegetais ricos em fibras são benéficos à saúde humana. O “Food and Drug Administration” (FDA) determinou um valor diário de 25 g de fibras para uma dieta de 2000 calorias, sendo considerado satisfatório o consumo de 5 g de fibras em cada refeição (American Dietetic Association - ADA, 2008). Muitas frutas são consideradas boas fontes de fibras, por apresentarem de 2 a 3% de fibras totais, sendo que a jabuticaba apresenta teor de fibra alimentar de 2,4 g.100g<sup>-1</sup> (TACO, 2011).

As cinzas correspondem à fração inorgânica ou mineral de um alimento, visto que os elementos minerais reconhecidos como essenciais são comumente divididos entre macrominerais (cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio, enxofre) e microminerais (ferro, cobre, cobalto, manganês, zinco, iodo, flúor, molibdênio, selênio, cromo, silício), de acordo com as quantidades maiores ou menores em que são encontrados no organismo humano. Os minerais regulam a atividade de diversas enzimas, o equilíbrio ácido-base, a pressão osmótica, a atividade muscular e nervosa, facilitam a transferência de compostos essenciais através de membranas e, em alguns casos, fazem parte dos elementos constituintes dos tecidos do organismo (SHILS et al., 1994).

Segundo GONDIM et al. (2005), as frutas são consideradas as principais fontes de minerais na dieta humana e nas cascas são encontrados teores mais elevados que nas partes comestíveis. SATO & CUNHA (2007) encontraram 0,34% de cinzas, estudando o comportamento reológico da polpa de jabuticaba Sabará. Já ASHERI et al. (2006) encontraram 1,35% de cinzas na farinha de bagaço de jabuticaba, sendo o potássio o mineral mais abundante, seguido por ferro, fósforo, magnésio, cálcio e zinco.

Em análises por cromatografia encontrou para polpa de jabuticaba sabará 32,96% de frutose, 26,40 % de glicose e 11,69 % de sacarose; enquanto que para polpa da variedade de jabuticaba Paulista foi encontrado 38, 25% de frutose, 32,87% de glicose e 9,87% de sacarose, sendo assim também verifica-se percentuais de açúcares interessantes para processamentos diversos, incluindo também o processo fermentativo para bebidas similares ao vinho (LIMA, 2009).

Nas cascas de jabuticaba (geralmente descartadas na agroindústria) são encontradas elevadas concentrações de compostos fenólicos que são agentes antioxidantes, além de serem fontes de fibras e minerais (LIMA et al., 2009). Os frutos são utilizados na indústria farmacêutica, por causa da alta concentração de substâncias oxidantes. Apresenta importância econômica e social por ser a forma de renda a famílias carentes que coletam os frutos de planta nativa (CITADIN et al., 2010).

Sabe-se que a 64% da produção anual dos alimentos é perdida, o que influencia no preço final do produto, como também a quantidade e qualidade (FAO, 2008). O aproveitamento dos componentes de frutos e hortaliças, como polpa, cascas, talos, no desenvolvimento de novos produtos, é uma maneira tecnológica que está disponível a todos, que pode ser utilizada em indústrias e residências, sendo a utilização sustentável,

diminuindo a produção de lixo orgânico, aumentando a vida útil dos alimentos, propiciando a segurança alimentar e beneficiando a renda familiar (SILVA et al., 2009).

Os bagaços de jabuticaba são fontes de compostos bioativos, com alta atividade antioxidante, sendo assim, estes coprodutos podem ser uma opção adequada, para ser adicionado como ingredientes funcionais (MORALES et al., 2016).

Há estudos que demonstram que a jabuticaba é rica em compostos fenólicos, incluindo antocianinas, taninos e capacidade antioxidante similar a frutas como a uva. Entre as possibilidades de uso da jabuticaba, estão condições como alimento, bebida e na medicina popular para tratar asma, inflamação da garganta e distúrbios gastrointestinais, além de ter sido demonstrado que as folhas de jabuticaba possuem atividade antimicrobiana nas culturas de *Streptococcus* e *Candida* oriundas da cavidade bucal (ZENI et al. (2011) e MARTINS DE SÁ et al., (2014).

### 2.3.3. Mirtilo

O mirtilo pertence ao gênero “*Vaccinium*”, a família “*Ericaceae*” e se origina da América do Norte e Europa (RIMANDO et al., 2004). O mirtilo é membro da família “*Ericaceae*”, subfamília “*Vaccinoideae*” e gênero “*Vaccinium*”. Além disso, os tipos de mirtilo são classificados em cinco grupos importantes: Arbusto alto (Highbush), Arbusto de médio porte (Half High), arbusto de porte alto (Soulthern highbush), olho de coelho (rabbleteye), arbusto de pequeno porte (lowbush) de acordo EMBRAPA (2004). Os mirtilos contêm compostos fenólicos abundantes, como antocianinas, flavonóis e ácidos clorogênicos (AZOFEIFA et al.; 2016). O mirtilo rabbiteye é uma das fontes vegetais mais ricas de antocianinas (uma classe de flavonóides). Este mirtilo contém várias antocianinas distintas, tais como cianidina-3-O-glicosídeo, delphinidina-3-O-glicosídeo, petunidina-3-O-glicosídeo, malvidina-3-O-galactosídeo e peonidina-3-O-galactosídeo (MULLER et al., 2012), que são vermelho escuro, azul ou roxo dependendo do pH (LI et al., 2012).

Na Embrapa Clima Temperado foram testadas as seguintes cultivares de mirtilo: Aliceblue, Bluebelle, Briteblue, Bluegem, Climax, Delite, Florida, Powderblue, Woodard, destacando-se Bluegem, Powderblue e Aliceblue, sendo que “Aliceblue” possui sabor equilibrado de acidez a açúcar e o teor de sólidos solúveis varia entre 11,3



a 11,8° Brix, já “Bluebelle” apresenta sabor doce e ácido, Figura 2.4., predomina a acidez e presença moderada de pruína na superfície, de película bem escura e quanto ao teor de sólidos solúveis em média de 11,5 ° Brix, além de diâmetro com variação de 1 a 1,7 cm e peso de 1 a 1,3 gramas, Figura 2.2. (EMBRAPA, 2004).



**Figura 2.4.:** Aspectos de frutos e da planta, cv “Bluebelle”.

Fonte: EMBRAPA, 2004.

A cultivar “Bluegem” possui teor de sólidos solúveis entre 10,5 e 12,8° Brix. O diâmetro dos frutos varia entre 1 a 1,6 cm e a fruta pesa em torno de 1,3 gramas, já a cultivar “Briteblue” produz frutas grandes com película azul-clara, sabor regular e boa firmeza, sendo que o tamanho desse mirtilo varia de 1,3 a 1,6 gramas, quanto ao teor de sólidos solúveis varia de 9,2 a 11,3 °Brix, enquanto o diâmetro oscila entre 1 a 1,7 cm. A cultivar Delite possui mirtilo variando até 1,8 cm de diâmetro, sabor doce-ácido, teor de sólidos solúveis entre 10,8 e 12,5° Brix e peso médio de 1,2 gramas (SANTOS, 2007 e RASEIRA, 2004).

A cultivar “Climax” apresenta tamanho médio, com película de coloração azul escura e polpa com bom sabor, variando entre 1 a 1,7 cm, teor de sólidos solúveis entre 10 a 12,4° Brix, apresenta sabor doce ácido e o peso dos frutos de 1,8 gramas. O mirtilo da cultivar Powderblue apresenta diâmetro de 1,2 a 1,5 cm, teor de sólidos solúveis de 11 a 11,7 ° Brix. O peso médio dos frutos foi de 1,2 gramas. A cultivar “Woodard” possui frutos de aparência boa sendo a película azul clara, de peso médio entre 1 a 1,2 gramas, diâmetro varia de 1,1 a 1,5 cm e sólidos solúveis de 12 a 13,9 °Brix, já quando avalia-se de forma geral as diferentes cultivares de mirtilo em termos de suas características físico-químicas, observa-se os valores médios da Tabela 2.3 (HANSON & HANCOCK, 2003).

**Tabela 2.3.** Características físico-químicas de frutos de mirtilo

Características	Valor médio
Peso (g)	1,0 - 1,30
Sólidos solúveis totais (SST)	13 – 14,0
Acidez titulável (AT) (% ácido cítrico)	0,4 – 0,5
Relação SST/AT	36,0 -37,0
Firmeza (libras)	9,0 – 10,0

Os mirtilos são adequados para processamento em vinho ou suco por causa de sua acidez, açúcar e teor de antocianinas, visto que as antocianinas são abundantes nas cascas dos mirtilos (KIM et al., 2010), portanto o bagaço formado no processo de produção de vinho ou suco contém muitos compostos fenólicos e outros bioativos (SU & SILVA, 2006, MELO et al. 2015).

As pequenas frutas constituem uma fonte natural de substâncias que exercem ação antioxidante. Extratos de várias frutas, como amora-preta, pitanga, groselha, mirtilo e framboesa, tem sido considerados eficazes no combate aos radicais livres (CAI et al., 2019). Recentemente, devido a associação de pequenas frutas à propriedades de bioativos, tais como elevados teores de substâncias antioxidantes e anti-cancerígenas, tem aumentado a demanda de consumo de frutas pela população, em busca da suplementação alimentar a partir da diversificação da dieta com base em frutas.

#### 2.3.4. Abacaxi

O nome botânico do abacaxi pérola é “*Ananas comosus*”, sendo considerada uma planta perene herbácea, tropical e monocotiledônea. O tamanho da planta varia de aproximadamente 1 a 2 m de altura, o caule no seu centro tem cerca de 25 a 50 cm de comprimento. Uma planta de abacaxi madura possui cerca de 60 a 80 folhas, cada uma sendo em forma de espada. O abacaxi é atualmente a terceira fruta mais produzida no mundo (WALI, 2019).

O “*A. Cosmosus*” pertence à família “*Bromeliaceae*” que é ainda classificada em três subfamílias, “*Tillandsioideae*”, “*Bromeliodeae*” e “*Pitcarniideae*”. *A. cosmosus* pertence à subfamília *Bromeliodeae*, sendo que esta subfamília possui cerca de 2794 espécies e é composta por 56 gêneros, possui capacidade de se adaptar a uma ampla gama de condições ambientais do sol à sombra, das condições úmidas a muito secas, e também das condições tropicais quentes às subtropicais frias. Os frutos são

encapsulados ou semelhantes a frutos silvestres e compostos por sementes plumosas descobertas.

O gênero Ananás é considerado como sendo proveniente de Bromeliaceae devido às suas características, sendo que é muito original em sua forma e estrutura, possui folhas e frutos largos e varia de médio a grande. As características únicas do abacaxi a distinguem de outras monocotiledôneas. A classificação taxonômica do abacaxi passou por diferentes etapas e modificações em diferentes épocas, porém foi aceita internacionalmente (BARTHOLOMEW et al., 2003; GILMARTIN & BROWN, 1987; ELFICK, 2007).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, os abacaxis devem apresentar teor de sólidos solúveis acima de 12° Brix (BRASIL, 2002) e quanto a demais parâmetros físico-químicos, foi encontrado segundo EMBRAPA (2018), acidez de 0,53%, sólidos solúveis de 15° Brix, relação SS/AT de 29 e pH 3,71 para a abacaxi pérola, foi avaliado a densidade de plantio de diferentes regiões brasileiras e também há uma caracterização de acordo valor nutricional do abacaxi estabelecida pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2016) demonstrado a partir da Tabela 2.4.

**Tabela 2.4.** Valor nutricional do abacaxi (USDA, 2016)

<b>Nutriente</b>	<b>Valor em 100g</b>
Água	86 g
Calorias	50 Kcal
Proteínas	0,54 g
Lipídeos totais	0,12 g
Carboidratos por diferença	13,12 g
Açúcares totais	9,85 g
Cálcio	13 mg
Potássio	109 mg
Magnésio	12 mg
Fósforo	8 mg
Vitamina C	47,8 mg
Niacina Vitamina B3)	0,500 mg
Ácido pantotênico (Vitamina B5)	0,231 mg

A composição geral do abacaxi indica que a água é o seu principal componente, 81 a 86%, enquanto os sólidos totais estão presentes de 13 a 19%. A porção sólida é em torno de 85% de carboidratos, principalmente sacarose, glicose e frutose. O abacaxi juntamente com seu sabor doce, é rico em nutrientes essenciais como potássio e cálcio, vitamina C, cobre, glicanos, fibras e outros elementos essenciais (FARID HOSSAIN et al., 2015; MATELJAN, 2006).

A ingestão de fruta como o abacaxi pode proporcionar efeitos benéficos a saúde como gerar bom efeito na coagulação sanguínea, combater doenças de origens cardiovascular, osteoartrite, efeito na imunogenicidade, combate a diarreia, combate a tumores e efeito na contração de músculos uterinos (WALI, 2019).

A qualidade dos frutos do abacaxizeiro é atribuída às suas características físicas externas como coloração da casca, tamanho e forma do fruto e características internas conferidas pelos teores de sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C. A relação sólidos solúveis/acidez titulável (ratio) dos frutos é uma variável importante, visto que este é o parâmetro que mais se relaciona à palatabilidade e, conseqüentemente, à aceitação dos frutos pelo consumidor (VIANA et al., 2016).

### **2.3.5. Cascas de frutas**

Desperdício de alimentos refere-se a descarte da parte não consumida dos alimentos que podem ocorrer em toda a cadeia de suprimento de alimentos. Estima-se em cerca de 1,6 bilhão de toneladas por ano de frutas e hortaliças possuírem as maiores taxas de desperdício entre os resíduos alimentares (FAO, 2017).

A produção anual global de bagas, incluindo framboesa, mirtilo e oxococo, foi de cerca de 1,5 milhões de toneladas em 2013. Grandes quantidades de resíduos sólidos resultantes do processamento de bagas originam-se do seu pré-tratamento, lavagem e triagem, sendo classificados como frutos, caules e talos. Uma das principais fontes de geração de resíduos sólidos é o processo de prensagem, no qual cascas, sementes e polpas são separadas do suco de frutas. As bagas contêm vários componentes bioativos, tais como fitoquímicos fenólicos (flavonóides, ácidos fenólicos, polifenóis) e fibras (KOSSEVA, 2017). Pap et al. (2004) usaram a extração de fluido supercrítico com CO<sub>2</sub> natural como uma tecnologia ecologicamente correta para a recuperação de compostos valiosos de resíduos de frutas silvestres.

Frutos comuns geram grandes quantidades de cascas descartadas, tanto quando consumidas em casa como quando industrialmente transformadas para produzir sucos, geléias ou outros produtos derivados. Estes materiais são conhecidos por serem de valor nutricional importante devido ao seu alto conteúdo de fibra dietética (JIMÉNEZ-ESCRIG et al., 2001), no entanto, conteúdo de polifenóis não extraíveis são avaliados em frutos específicos como por exemplo o abacaxi (LARRAURI et al., 1997; SAFDAR et al., 2017) e há estudos que comprovam que as cascas de frutas comuns contêm quantidades relevantes de polifenóis não extraíveis (nome que deriva dos tratamentos aquosos-orgânicos comumente realizados para avaliar o teor de polifenóis em alimentos, eles não são extraídos, permanecendo, assim, nos resíduos descartados de acordo PÉREZ-JIMÉNEZ et al., 2018).

A casca de uva é rica em compostos bioativos, principalmente antocianinas, dependendo da variedade de uva, além de alguns tipos de polifenóis que trazem efeitos benéficos a saúde, portanto o aproveitamento destas cascas para desenvolvimento de novos produtos agrega valor nutritivo como também minimiza os desperdícios (NAYAK et al., 2018).

Com relação a casca de jabuticaba, se trata de um resíduo agroindustrial ainda pouco explorado e com uma concentração de compostos fenólicos ainda maior do que em sua polpa, logo o aproveitamento do mesmo no enriquecimento de geléias de frutas, sucos, bebidas alcoólicas fermentadas e produtos panificados, é uma possibilidade de agregar valores funcionais. A casca de jabuticaba é rica em minerais, fibra solúvel e insolúvel, e também apresenta quantidades relevantes de antocianinas (LIMA et al., 2009). Reynertson (2007) determinou o teor de antocianina do fruto de jabuticaba inteiro, e os valores foram 433 mg por 100 g e 81 mg por 100 g de peso seco para cianidina-3-O- $\beta$ -glucido e delphinidina-3-O-  $\beta$  -glucido, respectivamente. Estudos conduzidos por Dragano et al. (2016), com pó de casca de jabuticaba liofilizado, revelaram a presença de 635,3 mg por 100 g de delphinidina-3-O-  $\beta$  -glucósido os peso seco, e 1964 mg por 100 g de cianidina-3-O-  $\beta$ -glucósido de peso seco.

A casca de mirtilo tem sido objeto de estudo em regiões de clima frio devido a oferta ser maior deste tipo de fruta para essas regiões, porém ainda sem muitas possibilidades de aplicações industriais, mas sabe-se que as cascas de mirtilo possuem conteúdo de compostos bioativos como flavonoides e polifenóis diversos de benefício a

saúde (NORBERTO et al., 2013; SILVA et al., 2007; CRECENTE-CAMPO et al., 2012).

## 2.4. CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar pertence à classe “*Monocotyledon*”, à ordem “*Cyberales*”, à família “*Poaceae*” e ao gênero “*Sacharum*” e suas espécies somam aproximadamente trinta. É uma planta ereta, perene, rizomatosa, que forma touceiras, apresenta colmo cilíndrico, externamente glabro, de coloração variável e internamente com feixes vasculares inteiramente primários e amplamente dispersos. O fruto é seco do tipo cariopse e com semente de endosperma abundante, porém os rizomas da cana, a qual é considerada uma gramínea e dos quais são extraídos seu caldo, não podem ser considerados frutos (EMBRAPA, 2014).

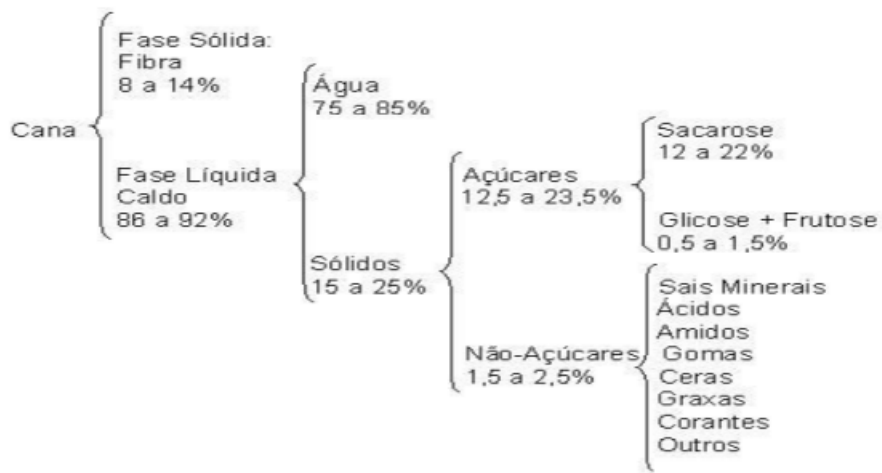
O Brasil é o maior produtor mundial de cana-açúcar, produzindo mais de 632 milhões de toneladas / ano de cana-de-açúcar (safra 2014/15) e maior produtor de açúcar (36 milhões de toneladas das quais 24 milhões são exportadas), respondendo por 20% da produção mundial e 40% das exportações mundiais (UNICA, 2016).

Os principais constituintes da cana-de-açúcar são fibra, água, açúcares e não-açúcares e se trata de um híbrido complexo de várias espécies do gênero *saccharum*, dentre elas, destacam-se comercialmente as espécies “*Sinense*” e “*Officinarum*” por possuírem os maiores teores de sacarose. De acordo a Figura 2.5, verifica-se a composição centesimal da cana-de-açúcar e suas respectivas variações de acordo condições climáticas, características de solo de cultivo, entre outras variáveis e diante os aspectos físico-químicos da cana-de-açúcar, a mesma possui aplicações como fabricação de açúcar, álcool, rapadura e produtos destilados (EMÍDIO, 2016; EMBRAPA, 2004; RIBEIRO et al., 2003).

Segundo dados apresentados pela União da Indústria de cana-de-açúcar (Unica) (2019), na safra brasileira de 2017 e 2018, foram produzidas 596.260 mil toneladas de cana de açúcar pela região Centro-Sul, 44.806 mil toneladas na região Norte-Nordeste, sendo destaque a região Centro-Sul.

A importância da cana-de-açúcar no agronegócio brasileiro é indiscutível, sendo que o Brasil destaca-se no cenário internacional por toda tecnologia já utilizada nas diferentes etapas de produção, mas ainda há necessidade de pesquisas científicas

para contribuir na maximização do processo produtivo, desde a lavoura até a indústria (COSTA, 2005).



**Figura 2.5.** Composição da cana-de-açúcar  
**Fonte:** Ribeiro et al. (2003).

Como praticado, atualmente, na indústria, as canas colhidas são frequentemente armazenadas no galpão à temperatura ambiente antes de serem processadas. Uma vez extraído, o suco é imediatamente resfriado e armazenado em temperatura baixa antes da distribuição. O atraso na extração de cana-de-açúcar colhida é relatado por causar algumas mudanças na qualidade do caldo, sendo que o armazenamento a baixa temperatura pode prolongar o prazo de validade do caldo durante alguns dias e a utilização de tecnologias emergentes como doses de irradiação também auxiliam neste processo de conservação (ALCARDI et al., 2003).

Segundo Ashurst (1998), 70% do açúcar produzido no mundo é utilizado em alimentos e bebidas, que são adoçados com 7-12% de açúcar cristal. No entanto, a formação de precipitados em bebidas carbonatadas, denominadas floculantes de bebidas ácidas (ABF), causa preocupação à indústria açucareira, pois não se tem conhecimento suficiente de sua composição química ou das causas da formação de ABF (MURTAGH & TEBBLE, 1997). ABF assemelham-se a uma neblina nublada em bebidas e, embora a sua aparência se assemelhe a fungos, sem agitação, o ABF desaparece (MOREL DU BOIL, 1997). No entanto, não há relatos mostrando que o ABF cause risco à saúde. Sua aparência turva desqualifica os produtos, pois o produto exibe muitos precipitados indesejados.

A cana-de-açúcar apresenta como derivados principais, o açúcar branco ou mascavo (alimento), álcool hidratado e anidro (combustível limpo), rapadura, melado, cachaça, óleo de fusel (constituído principalmente de álcool isoamílico usado na indústria química para a produção de solventes, vernizes, fixador em perfumaria, dentre outros), e também originados dessa cultura e que devem ser salientados, o bagaço, que é utilizado principalmente como fonte de energia, a vinhaça, que serve de fertilizante, o plástico e o papel. Além destes produtos, existem uma variedade de bebidas alcoólicas fermentadas não tradicionais com grande demanda nos últimos anos e muitas delas são produzidas a partir de caldo de cana (SOUZA et al., 1999; NARZARY et al., 2016 e RAMIREZ-GUZMAN et al., 2019).

## **2.5. COMPOSTOS BIOATIVOS**

Alimentos de origem vegetal são fontes de energia, proteína, vitaminas e minerais e a única ou principal fonte de vitamina C, folato, fibras e compostos bioativos (CBAs), dos quais o metabolismo humano também é dependente. Alguns metabolitos secundários têm efeito sobre os sistemas biológicos e por isso são considerados bioativos. Assim, uma definição simples para compostos bioativos, provenientes de plantas, é: metabolitos secundários que exercem efeitos farmacológicos e/ou toxicológicos em humanos e/ou animais, de acordo a Tabela 2.5, verifica-se compostos bioativos em alimentos envolvidos na modulação da resposta inflamatória (PICCIRILLO & AMARAL, 2018; BASTOS et al., 2009).

Os alimentos funcionais, incluindo alimentos fortificados, enriquecidos ou acrescentados, que possuem potenciais efeitos benéficos para a saúde quando consumidos como parte de uma dieta variada são abordados pela Associação Americana Dietética (ADA) e possuem potenciais efeitos benéficos para a saúde quando consumidos como parte de uma dieta variada (BERRY, 2002; HENRY, 2010).

Os alimentos modificados, incluindo aqueles que foram fortificados com nutrientes ou acrescidos com compostos fitoquímicos (bioativos) também podem ser considerados alimentos funcionais, porém agrega-se um custo elevado a esses alimentos, sendo, muitas vezes, inviável seu consumo pela população de baixa renda e em países subdesenvolvidos, como o Brasil (HENRY, 2010).



**Tabela 2.5.** Compostos bioativos presentes em alimentos envolvidos na modulação da resposta inflamatória

<b>Compostos bioativos</b>	<b>Fontes alimentares</b>
Resveratrol	Uvas ( <i>Vitis vinífera</i> )
Curcumina	Cúrcuma ( <i>Curcuma longa</i> )
Genisteína	Soja ( <i>Glycine max</i> )
Quercetina	Frutas cítricas, maçã
Sulforafano	Crucíferas
Capsaicina	Pimenta vermelha ( <i>Capsicum annum</i> )
Indol-3-carbinol	Crucíferas
Ácido elágico	Romã ( <i>Punica granatum</i> )
6-Gingerol	Gengibre ( <i>Zingiber officinale</i> )
Catequinas	Chá verde ( <i>Camellia sinensis</i> )

BASTOS et al. (2009).

Dietas à base de vegetais como frutas, verduras, leguminosas e grãos integrais, contêm grande quantidade de fitoquímicos bioativos que proporcionam benefícios que vão muito além da nutrição básica (energia, macro e micronutrientes) e podem reduzir o risco de doenças crônicas (LIU et al., 2003; RUEL et al., 2007).

Estudos destacam o potencial da jabuticaba para a indústria farmacêutica e de alimentos devido a sua elevada capacidade antioxidante, decorrente da presença de diversos compostos fenólicos, sobretudo antocianinas e outros flavonóides, galotaninos e elagitaninos (LEITE-LEGATTI et al., 2012; WU et al., 2013). Até o momento já foram identificados trinta e dois compostos fenólicos em frutos de jabuticaba, com destaque para as antocianinas, ácido elágico e ácido gálico (ALEZANDRO et al., 2013).

Algumas substâncias químicas, como resveratrol, antocianinas e quercetina, encontradas na casca de uva e no vinho tinto, vem sendo relacionadas à baixa mortalidade por doenças cardiovasculares, em certas regiões da França. Apesar dessas populações ingerirem elevadas quantidades de gordura saturada e apresentarem altos níveis de colesterol sanguíneo, semelhante à dos Estados Unidos da América, a incidência e a morte por doenças cardíacas são muito menores. Estudos de análise multivariada conduziram à conclusão de que a variável dietética capaz de explicar essa

diferença é a maior ingestão de vinho tinto pelos franceses, o que define o paradoxo francês (DE LANGE, 2007).

Os ácidos fenólicos, como ácido cafeico de acordo Figura 2.6 e suas formas conjugadas de compostos com largo espectro de atividade biológica, como a atividade anti-inflamatória, antioxidante, antiglicação, e outros que envolvem a inibição de formação de leucotrienos por meio da redução da expressão da enzima-5-lipoxigenase (GUGLIUCCI et al., 2009; GONGORA et al., 2002).

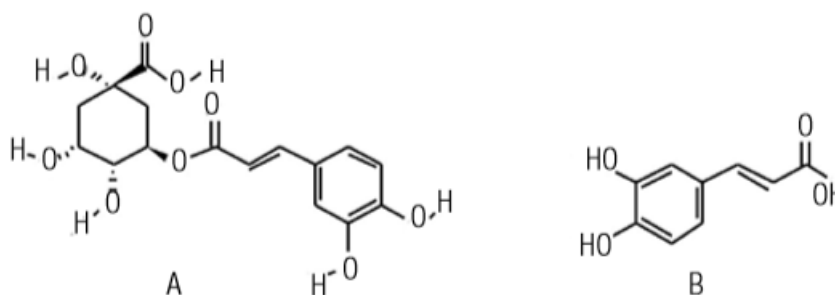


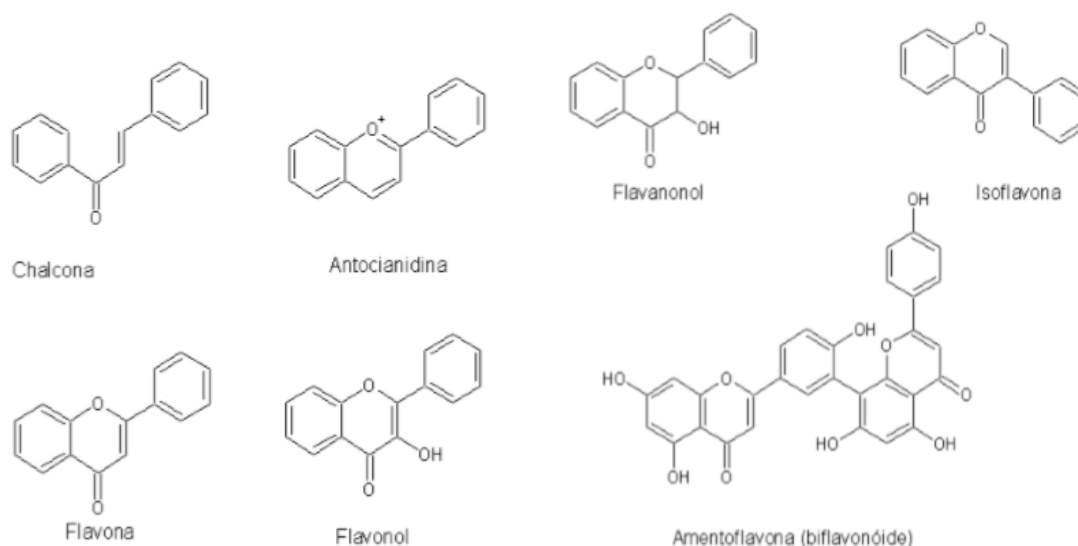
Figura 2.6. Estrutura do (A) ácido clorogênico e (B) ácido cafeico.

Fonte: GUGLIUCCI et al. (2009).

Os compostos fenólicos constituem um grupo diverso de compostos químicos, apresentando mais de 8000 compostos já identificados, que de acordo Figura 2.7, possuem uma característica em comum, a presença de ao menos um grupamento arila com no mínimo um grupamento hidroxila ligado. Os compostos fenólicos são amplamente distribuídos na natureza e a síntese desses compostos, além do componente genético e do estágio de desenvolvimento, é influenciada por diversos fatores ambientais, como a disponibilidade de nutrientes, a temperatura e em particular, a luz (O'CONNELL & FOX, 2001).

Os flavonoides são caracterizados estruturalmente pela presença de dois anéis aromáticos hidroxilados, A e B, unidos por um fragmento de três carbonos. Um grupamento hidroxila, normalmente está ligado a uma molécula de açúcar, sendo que até o momento foram identificados cerca de 6000 tipos, porém um grupo pequeno é considerado importante do ponto de vista dietético. Verifica-se pela Figura 2.7, os flavonoides são classificados a partir das características químicas e biossintéticas em: chalconas, flavonóis, flavonas, dihidroflavonóides (flavoanonas e flavanonóis),

antocianidinas, isoflavonóides, auronas, neoflavonóides, biflavonóides, entre outros (SIMÕES, 2002).



**Figura 2.7.** Flavonóides. Fonte: SIMÕES, 2002.

As antocianidinas contribuem para a coloração das plantas, sendo amarelo para as chalconas, vermelho, azul e violeta. Essas substâncias apresentam inúmeras atividades biológicas como as atividades antioxidante, proteção contra doenças cardiovasculares e certas formas de câncer, dentre outras. A sua natureza polifenólica auxilia na eliminação dos danos causados por radicais livres como os radicais superóxido e hidroxila (DEWICK, 2002; SIMÕES, 2002).

As bebidas alcoólicas fermentadas similares ao vinho dependendo da matéria-prima utilizada podem apresentar-se ricas em antioxidante, sendo que o vinho tinto já é comprovado a atividade antioxidante interessante ao consumo em termos de quercetina e antocianinas, já o “vinho de jabuticaba” foi avaliado por Martins de Sá et al. (2014) quanto ao seu potencial antioxidante e verificou-se efeitos positivos quanto aos compostos bioativos encontrados (antocianinas e fenólicos totais) e em efeitos biológicos em artérias isoladas.

## 2.6 DELINEAMENTO DE MISTURAS

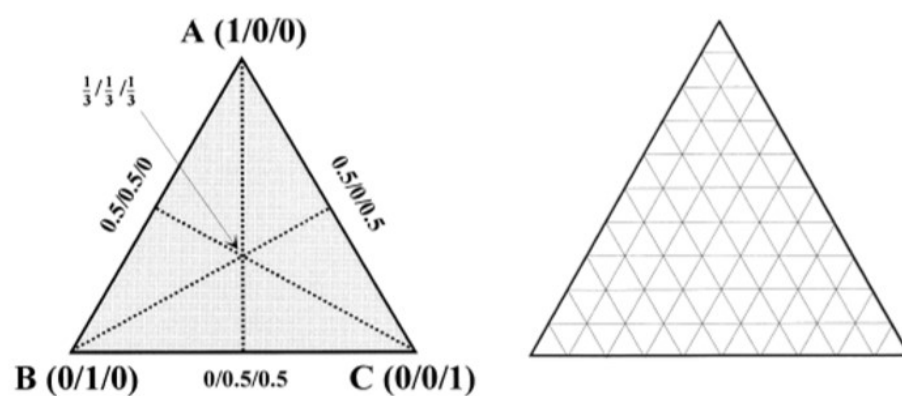
O desenvolvimento de novos produtos requer processos de otimização que possam buscar melhores condições de processamento e formulação, com alta qualidade

e baixo custo (CASTRO et al., 2003). A metodologia de superfície de resposta (MSR) é uma técnica interessante para otimização de produtos e processos. A primeira etapa desta técnica consiste na escolha de um delineamento experimental seguida de modelagem matemática, que é realizada ajustando-se modelos lineares ou quadráticos a resultados experimentais, obtidos através de planejamentos fatoriais com ou sem ampliação. Após esta etapa é possível deslocar-se sobre a superfície de resposta ajustada, a fim de localizar regiões que satisfaçam condições de interesses, dentre estas otimizações está o delineamento de misturas (BARROS NETO et al., 1995; ZAUBERAS et al., 2004; CAMPOS et al., 2007).

O delineamento de mistura é um conjunto de experimentos em que a resposta é função somente das proporções dos componentes presentes na mistura, e não do montante total dessa mistura. O objetivo geral do delineamento de misturas é fazer com que seja possível estimar, através da análise de superfície de resposta, as propriedades de um sistema inteiro de multicomponentes partindo de um número limitado de observações, sendo que estas observações são realizadas em combinações pré-selecionadas dos componentes (resultando em misturas) no intuito de determinar qual das combinações maximizam a resposta. Ao contrário da superfície de resposta habitual, neste delineamento os componentes representam proporções de uma mistura, sendo que estas proporções não devem ser negativas e devem somar a unidade (CORNELL, 1973);

A conformação da região que abrange experimentos de mistura está representada em pseudocomponentes na Figura 2.8, visto que cada vértice da região de mistura corresponde a um componente puro. As linhas pontilhadas representam os pontos axiais de cada componente, e a intersecção comum deles, o ponto central (ERICSSON et al., 1998)

O emprego da modelagem matemática e de processos de otimização de formulações alimentícias pode ser um importante diferencial para a avaliação da qualidade nutricional dos alimentos para diversos fins, fornecendo ao pesquisador as ferramentas necessárias no desenvolvimento e otimização de produtos alimentícios.



**Figura 2.8.** Visão geral de um gráfico de mistura de 3 componentes A, B e C, e sua mesma representação em linhas de grade.

Fonte: ERIKSSON et al. (1998).

---

## CAPÍTULO 3

### MATERIAL E MÉTODOS

---

As atividades desse estudo foram executadas na Faculdade de Engenharia Química (FEQUI) da Universidade Federal de Uberlândia no Núcleo de Processos Biotecnológicos (NUCBIO), no Laboratório de Aproveitamento de Resíduos e Subprodutos Agroindustriais (LABDARSA) e Laboratório de Bebidas do Setor de Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia situados na Universidade Federal de Goiás (UFG). Inicialmente, foram adquiridas as matérias-primas necessárias à elaboração das bebidas fermentadas alcoólicas, em seguida elaborou-se os diferentes tratamentos de acordo delineamento de misturas de seus respectivos delineamentos experimentais e cada delineamento experimental foi caracterizado e comparado a bebidas tradicionais e por fim avaliou-se a desejabilidade quanto aos parâmetros químicos e biotecnológicos verificados.

#### 3.1 MATERIAL

As cascas de abacaxi, casca de jabuticaba e casca de uva midnight (espécie sem semente) foram obtidas comercialmente em Goiânia (GO), enquanto que a casca de mirtilo foi obtida por comércio varejista de revenda da fruta congelada originária de Vacária (RS).

O caldo de cana-de-açúcar foi obtido a partir de cana-de-açúcar, variedade RB 867515, colhida na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás.

Os ingredientes secundários utilizados foram açúcar cristal (Cristal, Goiânia, Goiás), fermento seco selecionado (*Saccharomyces cerevisiae*) (Blastosel DELTA, Perdomini, Itália) e metabissulfito de potássio (Pall Filtration and Separations S.p.a., Itália).

##### 3.1.1 Obtenção das matérias-primas

As cascas de frutas foram lavadas em água corrente para remoção de sujidades grosseiras e então sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm durante 15 minutos. Após enxague, triturou-se as cascas em liquidificador industrial e armazenou-se em congelador (-18°C) até o momento da elaboração das formulações.

Quanto a cana-de-açúcar, após a colheita, foram higienizadas seguindo o mesmo procedimento realizado as cascas de frutas. Em seguida, foram moídas em engenho de cana elétrico (Botini, B120 elétrico baixo, São Paulo, Brasil) para extração do caldo de cana-de-açúcar.

### 3.2.2 Planejamento experimental

Em cada delineamento experimental, ocorreu delineamento de mistura de 3 fatores, sendo que em cada um variou-se a composição do mosto de 0,06 a até 0,600 para mistura total de 1 por cada experimento de acordo seu delineamento correspondente, sendo que no programa Statistica os dados para cada mistura são denominados como “pseudo-componentes” e após definição destes dados numéricos, realizou-se a conversão destes dados em gramas de cada componente na mistura e gerou-se os seguintes resultados de acordo verificado na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1.** Delineamentos experimentais da elaboração das bebidas fermentadas alcoólicas

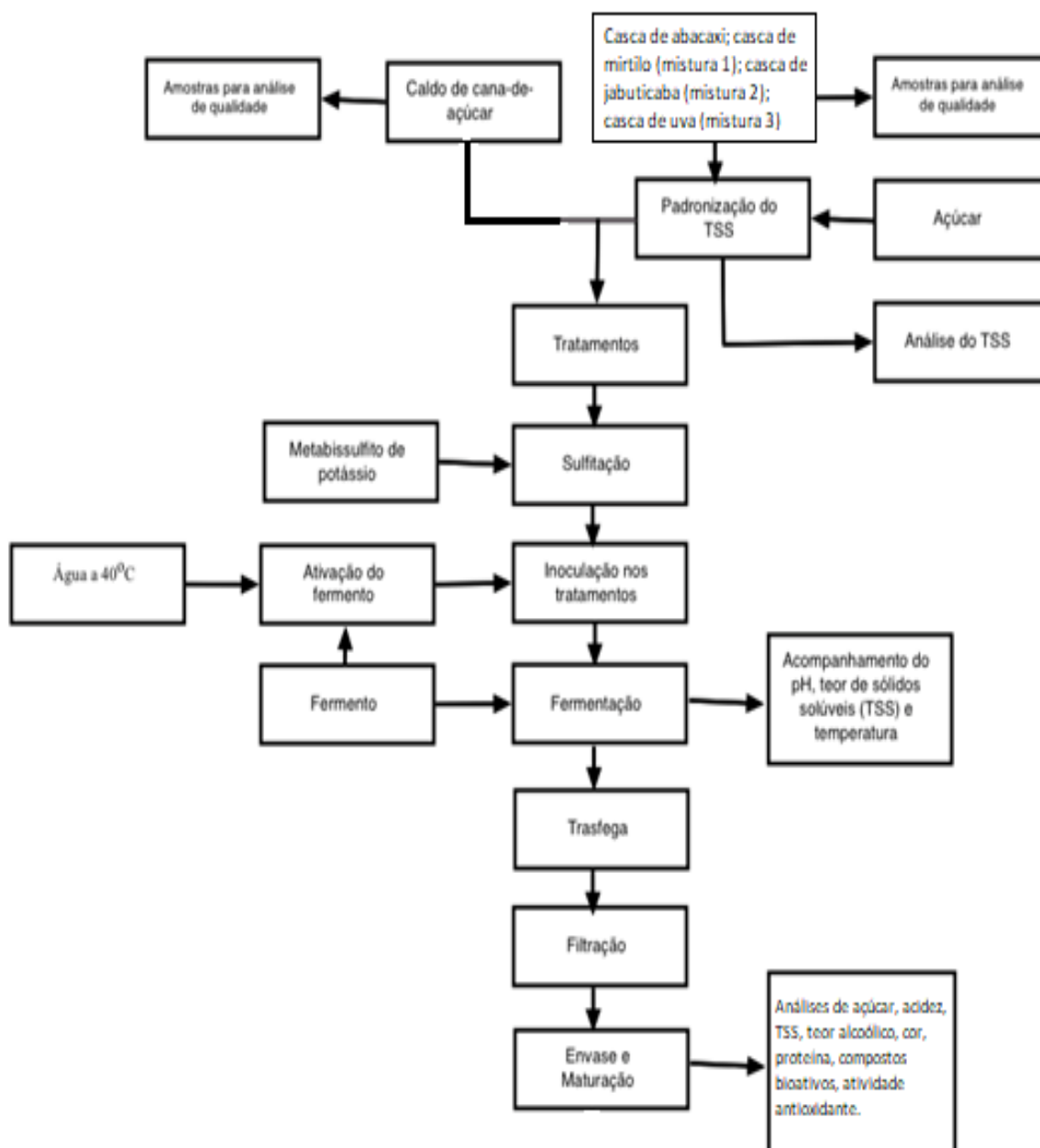
	Níveis reais			Níveis codificados		
	A	B	C	A (X1)	B (X2)	C (X3)
<b>T1</b>	0,6	0,06	0,34	0,658	0	0,341
<b>T2</b>	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
<b>T3</b>	0,06	0,6	0,34	0	0,658	0,341
<b>T4</b>	0,6	0,34	0,06	0,658	0,341	0
<b>T5</b>	0,34	0,6	0,06	0,341	0,658	0
<b>T6</b>	0,06	0,34	0,6	0	0,341	0,658
<b>T7</b>	0,34	0,06	0,6	0,341	0	0,658
<b>T8</b>	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
<b>T9</b>	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333

\*A: Caldo de Cana-de-açúcar; \*B: Casca de Abacaxi; \*C: delineamento experimental 1 – casca de mirtilo; delineamento experimental 2 – casca de jabuticaba; delineamento experimental 3 – casca de uva; X1 – nível codificado 1; X2 – nível codificado 2; X3 – nível

### 3.2.3. Elaboração das bebidas fermentadas alcoólicas

De acordo o fluxograma presente na Figura 3.1., verifica-se a forma de elaboração das bebidas alcoólicas fermentadas, sendo que a elaboração foi baseada em bebidas fermentadas descrito em Oliveira (2015). Iniciou-se o preparo dos mostos, a partir do descongelamento da casca de abacaxi, casca de uva midnight e casca de jabuticaba em refrigerador (5°C) 24 horas antes do processamento. O caldo de cana-de-açúcar foi extraído no dia da elaboração do produto.

Todas as matérias-primas foram analisadas quanto ao teor de sólidos solúveis, o qual foi corrigido (chaptalização), através da adição de açúcar cristal, para o valor de 20° Brix. Esta etapa foi realizada de forma individual em cada matéria-prima, a fim de padronizar as misturas quanto ao teor de sólidos solúveis.

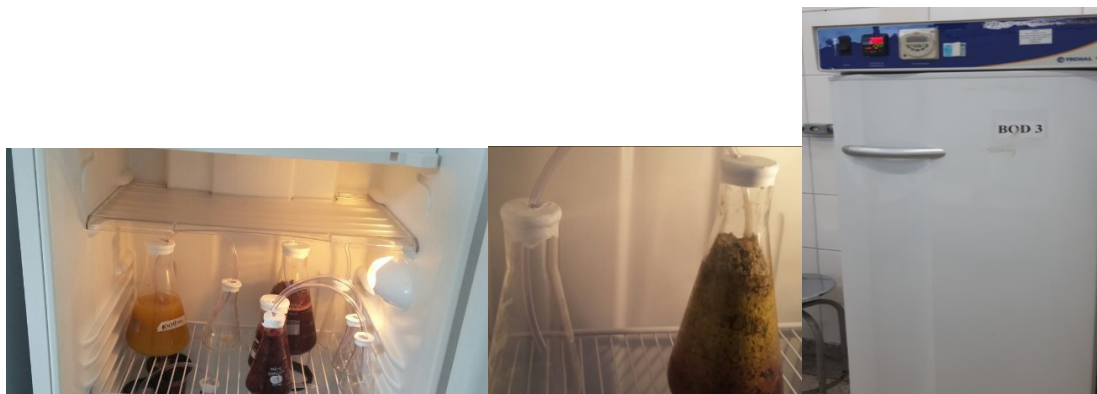




**Figura 3.1.** Fluxograma de elaboração de bebidas fermentadas alcoólicas para os seguintes delineamentos experimentais em diferentes proporções de mistura: 1 – Casca de mirtilo, casca de abacaxi e caldo de cana; 2 – casca de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana; 3- casca de uva, casca de abacaxi e caldo de cana-de-açúcar.

A sulfitação, adição de metabissulfito ( $0,1\text{g.L}^{-1}$ ) foi realizada 2 horas antes da inoculação. O inóculo (*Saccharomyces Cerevisiae*) foi ativado a partir de 10 g de fermento em 100 mL de água a  $40^{\circ}\text{C}$ , sendo que este se manteve em repouso por 10 minutos e então agitado manualmente, assim sendo, repetiu-se o procedimento por mais duas vezes e então foi adicionado ao mosto, na concentração de  $10\text{g.L}^{-1}$  de mosto.

A etapa seguinte à inoculação foi a fermentação, em que se realizou em recipientes de vidro com capacidade para um litro, adaptados com batoque hidráulico (Figura 3.3.) para saída do gás carbônico. Os recipientes foram mantidos em temperatura controlada ( $28^{\circ}\text{C}$ ) em incubadora do tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) modelo TE-4013, marca Tecnal (Piracicaba - SP), até que o teor de sólidos solúveis atingisse o valor de  $5^{\circ}\text{Brix}$ , ou se tornasse constante. Durante todo o processo fermentativo da bebida, foram realizadas análises de pH e teor de sólidos solúveis, bem como o acompanhamento da temperatura de fermentação.



(a)



(b)

**Figura 3.3.** (a) Fermentação de mostos em incubadora com controle de temperatura com o batoque hidráulico e (b) ilustração das bebidas alcoólicas fermentadas em seus respectivos delineamentos de mistura elaboradas.

Ao final do processo fermentativo houve a filtração do meio com filtro de polipropileno (5 a 15 micra) e então envasado em garrafas de vidro de cor âmbar, que foram mantidas em câmaras de refrigeração com temperatura controlada a 12°C. Foi realizada a trasfega diária até que não fosse mais observado resíduos decantados no fundo das garrafas.

### 3.2.4. Análises físicas e químicas

#### Composição proximal

A umidade foi determinada através do método de secagem em estufa a vácuo a 65°C e estufa a 105°C (AOAC, 2012). Foram pesados 3 g das amostras de cada matéria-prima (caldo de cana-de-açúcar, casca de abacaxi, casca de uva midnight, casca de jabuticaba e casca de mirtilo) além da bebida alcoólica fermentada de maior desejabilidade em cada delineamento experimental e essas amostras foram colocadas em cadinhos previamente secos em estufa durante 1 hora e tarados, colocados em estufa 105°C para cascas de frutas e estufa a 65°C para caldo de cana-de-açúcar e bebidas durante 12 horas. Em seguida, os cadinhos foram retirados e colocados em dessecador por 30 minutos para que resfriassem e então pesados. Assim que pesados foram colocados novamente em estufa durante 1 hora e resfriados no dessecador para posterior

pesagem. Este procedimento foi repetido até que se obtivesse peso constante. O cálculo da umidade se ocorreu pela equação 3.1:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{P1-P2}{P_{\text{amostra}}} \times 100 \quad (3.1)$$

Onde,

P1 = Peso do cadinho + Amostra integral

P2 = Peso do cadinho + Amostra dessecada

P<sub>amostra</sub> = Amostra integral

O extrato etéreo foi determinado através do método de extração à quente em extrator tipo Soxhlet (AOAC, 2012). Foi pesado 1 g da amostra em cartucho cartucho celulósico, o qual foi vedado com algodão Cada cartucho foi acoplado ao extrator com seu respectivo reboiler, previamente seco em estufa a 105°C durante 1 hora e tarado. O solvente utilizado foi o éter de petróleo o qual foi colocado dentro de cada reboiler, antes de acoplá-lo ao extrator, na quantidade de 30 mL. Em seguida os cartuchos foram imersos no solvente e o sistema de refrigeração ativado. A extração se deu durante 2 horas a 80°C. Uma vez completada a extração, os cartuchos foram suspensos durante 30 minutos para que o solvente fosse recuperado. Após a extração os reboilers foram colocados em estufa a 105°C durante 2 horas, resfriados em dessecador por 30 minutos e então pesados. O cálculo do extrato etéreo se deu através da equação 3.2.

$$\% \text{ Extrato etéreo} = \frac{P1-P2}{P_{\text{amostra}}} \times 100 \quad (3.2)$$

Onde,

P1 = Peso do reboiler + Extrato etéreo

P2 = Peso do reboiler

P<sub>amostra</sub> = Amostra integral

O teor de proteínas foi determinado através do método de Kjeldahl (AOAC, 2012). Pesou-se 0,1 g da amostra em papel manteiga e então colocado (amostra+papel) no tubo de digestão. Adicionou-se ao tubo 0,6g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,3g de CuSO<sub>4</sub> e 5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. O tubo foi então colocado no bloco digestor à 400°C, até que a amostra se tornasse incolor. Em seguida realizou-se a etapa de destilação. Adaptou-se um erlenmeyer, contendo 10 mL de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> e 0,1 mL de indicador fenolftaleína, à saída do

condensador. Colocou-se 15 mL de NaOH e 10 mL de água destilada ao reservatório. O tubo foi acoplado ao destilador, acionou-se a temperatura e o sistema de refrigeração e procedeu-se o processo de destilação. Coletou-se cerca de 75 mL do condensado no erlenmeyer, o qual foi titulado com HCl (0,02 N) até o ponto de viragem (verde para vermelho). A equação 3.3 apresenta o cálculo para determinação de proteína, sendo que o fator utilizado foi 6,25.

$$\% \text{ Proteína} = \frac{V \times Fc \times N \times 14 \times 100 \times 6,25}{P_{\text{amostra}}} \quad (3.3)$$

Onde,

V= volume gasto de HCl na titulação (mL)

Fc = fator de correção

N = normalidade da solução de HCl

P<sub>amostra</sub> = peso da amostra (mg)

Para a determinação de fibra total (método 985.29) pesou-se 0,5 g de amostra seca e desengordurada em tubo de digestão, sendo que a este adicionou-se 10 mL de ácido acético 70%, 0,5 g de ácido tricloro acético e 1,2 mL de ácido nítrico. O tubo foi então colocado no digestor à 120 °C por 30 minutos. O conteúdo do tubo foi filtrado à vácuo em cadinho de fundo poroso forrado com lã de vidro previamente seco e tarado.

A água utilizada para filtrar o conteúdo foi previamente fervida e estava quente no momento da filtração. O cadinho contendo o resíduo do filtrado foi colocado em estufa à 105°C por 24 horas e então pesado (AOAC, 2012). A equação 3.4 apresenta o cálculo para determinação de fibra.

$$\% \text{ Fibra bruta} = \frac{(P1 + P_{\text{amostra}}) - P1}{P_{\text{amostra}}} \times 100 \quad (3.4)$$

Onde,

P1 = Peso do cadinho

P<sub>amostra</sub> = Peso da amostra

O teor de carboidratos foi calculado pelo método de diferença, subtraindo-se de cem os valores de umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinzas (Equação 3.5) (SNIFFEN et al., 1992).

$$\% \text{ Carboidrato} = 100 - (\text{Umidade} + \text{extrato etéreo} + \text{proteína} + \text{fibra} + \text{cinzas})$$

(3.5)

O teor de cinzas foi determinado através do método de secagem em mufla à 550°C (método 923.03) (AOAC, 2012). Os mesmos cadinhos utilizados para determinação de umidade foram usados para quantificação de cinzas. Inicialmente as amostras foram carbonizadas manualmente sob aquecimento direto com auxílio de um bico de Bunsen até que toda amostra virasse cinza ou quando cessasse o desprendimento de fumaça do cadinho sob aquecimento. Foram então colocados em mufla à 550°C durante 4 horas, retirados e mantidos em dessecador por 30 minutos para resfriar e então foram pesados. O cálculo de cinzas ocorreu através da equação 3.6.

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{(P_1 + P_{\text{amostra}}) - P_1}{P_{\text{amostra}}} \times 100 \quad (3.6)$$

Onde,

$P_1$  = Peso do cadinho

$P_{\text{amostra}}$  = Peso da amostra

Acidez total.

A acidez titulável total (método 962.12) foi determinada por titulação com NaOH (0,1N). Colocou-se 5 mL da amostra, 50 mL de água destilada e 3 gota de indicador fenolftaleína em um erlenmeyer e procedeu-se a titulação até o ponto de viragem (rosa claro) (AOAC, 2012). O cálculo de acidez total foi realizado através da equação 3.7.

$$\% \text{ Acidez total} = \frac{V \times N \times Fc \times (PM/H^+)}{P_{\text{amostra}}} \times 100 \quad (3.7)$$

Onde,

V= Volume de NaOH gasto na titulação

N = Normalidade da solução de NaOH

Fc = Fator de correção

PM/H<sup>+</sup>= Fator álcali – 0,06404 para o ácido cítrico

$P_{\text{amostra}}$  = Amostra integral

## pH

A medida do pH foi realizada em potenciômetro digital (modelo B-474, Micronal, São Paulo, Brasil), com eletrodo de vidro combinado e sonda de temperatura,

que permite a correção automática do pH em relação a temperatura. O equipamento foi calibrado com tampões 7,0 e 4,0 antes da leitura (método 960.19) (AOAC, 2012).

### **Teor de sólidos solúveis**

Para analisar o teor de sólidos solúveis (método 932.12) foi utilizado refratômetro portátil RT-10ATC (São Paulo, Brasil). Primeiramente zerou-se aparelho com água destilada, a qual foi seca com papel absorvente e então procedeu-se a leitura da amostra. Colocou-se uma gota da amostra, livre de compostos sólidos, na lente do refratômetro e realizou-se a leitura (AOAC, 2012).

### **Açúcares Redutores por Ácido 3,5-Dinitrosalicílico (DNS)**

As extrações foram feitas pelo método de DNS segundo Bernfeld (1955) e Miller (1959), sendo que se trata de um método colorimétrico que contém ácido 3,5-dinitrosalicílico como agente oxidante, o qual diante de glicose ou frutose se reduz a um composto corado (ácido 3-amino-5-nitrosalicílico) que pode ser detectado por espectrofotometria a 540 nm.

### ***Parâmetros instrumentais de cor***

Para determinação dos parâmetros instrumentais de cor foi utilizado colorímetro (color Quest II, Hunter Lab. Reston, Canadá), obtendo-se valores de L, a\* e b\*, segundo Paucar-Menacho et al. (2008). A coordenada L expressa o quão clara ou escura é a amostra, a coordenada a\* expressa o grau de variação entre o vermelho e o verde e a coordenada b\* expressa o grau de variação entre o azul e o amarelo. Os valores a\* e b\* foram usados para calcular o ângulo Hue (H) (tonalidade) (equação 3.8) e a coordenada croma (C) (saturação) (equação 3.9).

$$H = \arctang \frac{b^*}{a^*} \quad (3.8)$$

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (3.9)$$

### ***Compostos fenólicos totais***

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método proposto por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), com modificações. Em um tubo de ensaio, pipetou-se 0,5 mL da amostra (extrato), 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu

10% e 2 mL de solução de carbonato de sódio 4%. Agitou-se o tubo e aguardou-se 60 minutos em ambiente escuro. A leitura foi então realizada à 750 nm, em espectrofotômetro Cary 50 Probe UV-Vis (Varian, Califórnia, Estados Unidos), com sistema computadorizado. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico. 100 g<sup>-1</sup> de produto, utilizando-se a equação da reta obtida para a curva padrão.

Para a curva elaborou-se solução padrão de ácido gálico (0,02 g) em um balão de 10 mL com etanol absoluto (solução 1). Pipetou-se 1 mL da solução 1 para outro balão de 10 mL e completou-se o volume com etanol (solução 2). A partir da solução 2, foram realizadas diluições em tubos de ensaio, para a construção da curva, conforme a tabela 3.2. Em outro tubo foi adicionado 0,5 mL de cada uma das concentrações da solução 2, 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 10% e 2 mL de solução de carbonato de sódio 4%. Agitou-se o tubo e aguardou-se 60 minutos em ambiente escuro. A leitura foi então realizada à 750 nm.

**Tabela 3.2.** Curva padrão de Folin-Ciocalteu

Tubos	Volume da solução 2 (mL)	Volume de etanol (mL)	Concentração de final de ácido gálico ( $\mu\text{g.mL}^{-1}$ )
Branco	0	2	0
1	0,1	1,9	10
2	0,2	1,8	20
3	0,3	1,7	30
4	0,4	1,6	40
5	0,6	1,4	60
6	0,8	1,2	80
7	1,0	1,0	100

### ***Capacidade antioxidante***

A capacidade antioxidante foi avaliada utilizando-se o método do sequestro de radicais livres do DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), segundo Rufino et al. (2007), com adaptações. Em um bécker, adicionou-se 5 mL de amostra de bebida fermentada alcoólica e adicionou-se 20 mL de metanol 50%, o qual permaneceu em repouso por 60 minutos em ambiente escuro. O conteúdo foi centrifugado 15.000 rpm por 15 minutos. O volume final foi filtrado com papel filtro e armazenado em balão volumétrico de 50 mL. A operação foi repetida, porém com acetona 70%.

Ambos os filtrados foram armazenados no mesmo balão e o volume completado com água destilada para 50 mL. Uma alíquota de 3,9 mL da solução metanólica de DPPH (2,4 mg.100 mL<sup>-1</sup>) foi adicionada a 100  $\mu\text{L}$  do extrato. Foram

realizadas 3 diluições (1:1; 1:4 e 1:5) em triplicata, e de cada uma foi retirada uma alíquota de 100 µL do extrato e a esta, adicionados 3,9 mL da solução de DPPH. Após 60 minutos em ausência de luz, realizaram-se as leituras de absorbância a 515 nm em espectrofotômetro Cary 50 Probe UV-Vis (Varian, Califórnia, Estados Unidos), com sistema computadorizado. Foram preparados os brancos correspondentes ao ensaio DPPH, aos padrões e às amostras. Os cálculos foram efetuados com o auxílio da equação 3.10.

$$\% AA = \frac{(\text{Absorbância do controle} - \text{Absorbância da amostra})}{\text{Absorbância do controle}} 100 \quad (3.10)$$

A curva padrão de DPPH foi realizada a partir de diferentes concentrações de solução de DPPH (60 µM). A partir desta solução, preparou-se em balões volumétricos de 10 mL, soluções variando a concentração de 10 a 50 µM, conforme a tabela 3.3 e então realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 515 nm.

### **Quantificação de substâncias por cromatografia (CLAE – Cromatografia líquida de alta eficiência)**

- **Ácidos fenólicos**

Os compostos fenólicos são determinados simultaneamente por cromatografia líquida de alta eficiência. Diluiu-se as amostras em metanol e as colocou em ultra-som para respectiva eliminação de gases presentes, pelo fato de se tratar de amostras de bebidas alcoólicas fermentadas. Posteriormente, filtrou-se 10 microlitros dessa amostra e a injetou em cromatógrafo segundo a metodologia de Ribeiro et al. (2015) em que utilizou-se comprimento de onda a 280 nm e a fase móvel constituiu-se em ácido acético a 2% (v/v) em água (eluente A) e 0,55 de ácido acético em água e acetonitrila (50:50, v/v, eluente B) utilizando um programa de gradiente como se segue: a partir de 10 a 24% de B (20 minutos), de 24 a 30% de B (20 minutos), de 30 a 55% de B (20 minutos), de 55 a 100% de B (15 minutos), 100% de B isocrático (8 minutos), de 100 a 10% de B (2 minutos). O tempo total de execução foi de 90 minutos. O volume de injeção para todas as amostras foi de 10 microlitros a uma taxa de fluxo de 0,7 mL/min.

- **Açúcares, álcool e ácidos**



A determinação de alguns tipos de açúcares, álcool e ácidos, tais como, ácido láctico, ácido acético; glicose, sacarose e frutose; etanol, estes foram quantificados com o auxílio de cromatógrafo líquido da marca Shimadzu de acordo metodologia proposta por Moreira et al. (2017). A coluna empregada para a separação dos componentes de cada substância a ser quantificada foi a C-18. A fase móvel utilizada constituída por 50% de ácido fosfórico (0,1%) e 50% de metanol 5%.

A quantificação de cada substância foi realizada ao término da produção das bebidas alcoólicas fermentadas de cada delineamento experimental.

### **3.2.5 Análise estatística dos resultados**

A cinética de fermentação ocorreu por triplicatas para médias e desvios-padrões, já quanto os resultados das bebidas alcoólicas fermentadas obtidas puras (sem processos de misturas) foram apresentados com teste de Tukey e análise de variância (ANOVA), enquanto que para as bebidas alcoólicas fermentadas com processos de misturas realizou-se o delineamento de mistura e teste de desejabilidade pelo software STATISTICA 7.0.

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho serão apresentados e discutidos neste capítulo. Inicialmente, serão apresentados os resultados referentes as bebidas alcoólicas fermentadas sem processo de mistura, em seguida, apresentar-se-à resultados referentes as bebidas alcoólicas fermentadas a partir de delineamentos de mistura, sendo subdivididos entre: bebidas obtidas por diferentes proporções de cascas de uva, casca de abacaxi e caldo de cana; bebidas obtidas por diferentes proporções de cascas de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana e bebidas obtidas por cascas de mirtilo, casca de abacaxi e caldo de cana. Em cada delineamento de mistura utilizou-se caldo de cana pelo fato deste mosto possuir características fermentativas de comprovada eficiência para elaboração de bebidas alcoólicas, além da casca de abacaxi devido a grande oferta deste tipo de coproduto na agroindústria e estudos de características fermentativas advindas desta casca.

#### 4.1. BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADAS DE CASCAS DE FRUTAS (CASCA DE ABACAXI, CASCA DE UVA E CALDO DE CANA) SEM PROCESSO DE MISTURA

A composição centesimal das matérias-primas utilizadas para preparo dos mostos (Tabela 4.1) demonstra que tem-se nas cascas de frutas avaliadas e caldo de cana-de-açúcar nutrientes importantes a serem utilizados por leveduras no processo fermentativo e a quantidade inicial de sólidos solúveis para posterior correção dos mesmos com acréscimo de açúcar.

**Tabela 4.1** – Composição centesimal de valor calórico, sólidos solúveis (SS) e pH das matérias-primas

Constituintes	C. Jab <sup>1</sup>	C. Mirtilo <sup>2</sup>	C. Uva <sup>3</sup>	C. Abacaxi <sup>4</sup>	Caldo de cana
<b>Umidade</b>	83,7 ± 0,03	70,58 ± 1,18	87,86 ± 1,83	83,78 ± 1,54	81,14 ± 1,14
<b>Lipídeos</b>	0,51 ± 0,14	0,25 ± 0,06	0,44 ± 0,28	0,24 ± 0,113	0,01 ± 0,01
<b>Proteína</b>	0,99 ± 0,13	1,43 ± 0,27	0,63 ± 0,17	1,47 ± 0,197	0,21 ± 0,01

<b>Cinzas</b>	0,47 ± 0,02	0,26 ± 0,01	0,804 ± 0,29	0,38 ± 0,05	0,41 ± 0,01
<b>Carboidratos</b>	14,33 ± 0,32	27,74 ± 1,16	10,26 ± 1,86	14,13 ± 0	18,23 ± 1,1
<b>Valor Calórico</b>	60,56 ± 0,85	111,99 ± 0,35	42,22 ± 0,5	62,16 ± 0	69,31 ± 0
<b>SS (°Brix)</b>	10,05 ± 0,02	16,67 ± 0,58	16,16 ± 0,50	16,16 ± 0,29	21,83 ± 0,76
<b>pH</b>	3,42 ± 0,00	3,12 ± 0,01	3,72 ± 0,02	3,95 ± 0,15	4,5 ± 0,1

Média e desvio-padrão de análises em triplicata.

1. C. Jab - Casca de Jabuticaba; 2. C. Mirtilo - Casca de Mirtilo; 3. C. Uva – Casca de Uva; 4. C. Abacaxi – Casca de Abacaxi.

Com relação aos macronutrientes avaliados pela Tabela 4.1, foi possível perceber que apesar do percentual de lipídeos e proteínas serem pequenos, os mesmos auxiliam no processo fermentativo junto aos carboidratos encontrados, já que é previsto em literaturas a contribuição destas substâncias na eficiência, estabilização do processo fermentativo de vinhos de frutas e também importante no sabor do vinho de frutas (proteínas), além de serem precursores de compostos como aminas biogênicas (LINS et al., 2014 e LIMA et al., 2001).

De acordo Abdrabba et al. (2015), o conteúdo de umidade para cascas de uvas para espécie similar a *uva midnight* apresenta valores 14,26% menor do que o encontrado no presente estudo e em relação ao teor de carboidratos, encontrou-se na mesma literatura quantidade similar ao presente estudo.

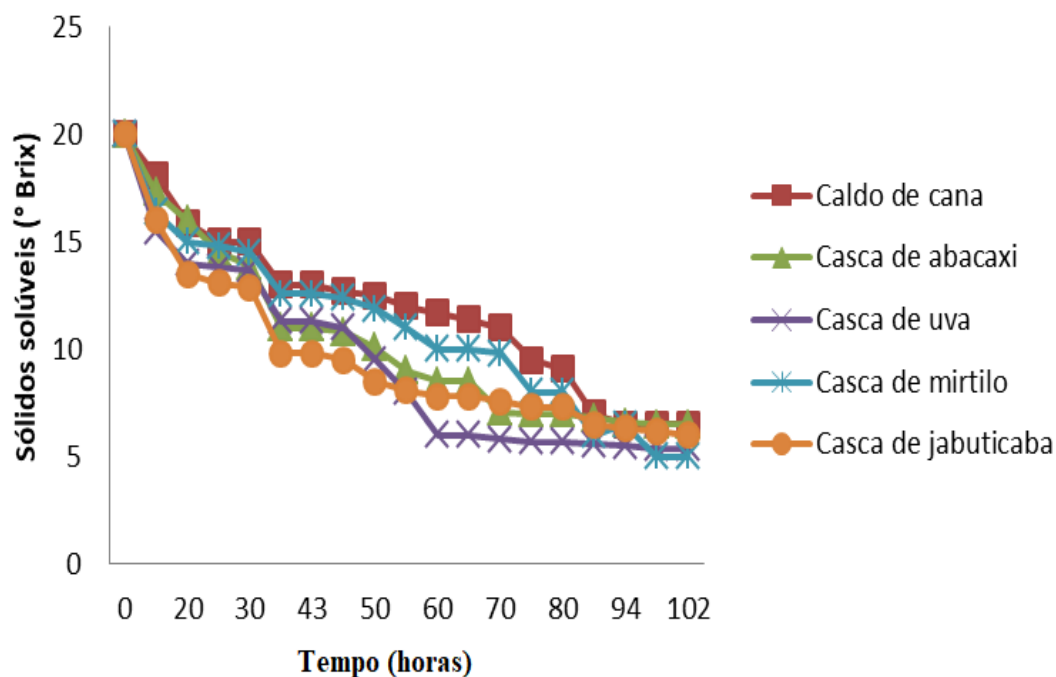
Quanto ao pH e sólidos solúveis, de acordo Dutra et al. (2016) e Moura et al. (2011), verifica-se que as cascas de mirtilo também apresentaram-se a acidez elevada, porém os sólidos solúveis apresentou-se 14,82% menor do que na presente pesquisa; este fato pode ser decorrente a condições de solo, clima e região de cultivo das frutas, fato inclusive mencionado na literatura.

De acordo Walker (2014), vinícolas modernas e de larga escala usam culturas iniciadoras especialmente selecionadas de cepas *S. cerevisae Blastosel MV* (levedura liofilizada), sendo que para a produção de bebidas alcoólicas por *S. cerevisae*, a composição nutricional do meio de fermentação é crucialmente importante para o crescimento e metabolismo das leveduras e concomitantemente para a qualidade da bebida final.

A partir da Figura 4.1(a), observa-se que o mosto da casca de uva foi o que gastou menos tempo em horas para fermentação (60 horas), isso ocorreu devido as características de sua matéria-prima utilizada, pois possui característica de nutrientes e

acidez que tornam mais rápido o término da fermentação, por se tratar de um mosto de similaridade com o vinho tinto, é possível verificar em literaturas que a uva e sua casca possuem facilidade em fermentar a partir de açúcares fermentescíveis encontrados nestas matérias-primas (OLIVEIRA et al., 2011).

A)



B)

	C. Mirtilo <sup>1</sup>	C. Jabuticaba <sup>2</sup>	C. Uva <sup>3</sup>	C. Abacaxi <sup>4</sup>	Caldo de cana-de- açúcar
<b>Acidez</b>	6,97 <sup>a</sup>	8,4 <sup>b</sup>	3,60 <sup>d</sup>	6,97 <sup>a</sup>	4,20 <sup>c</sup>
<b>Titulável</b>					
<b>(g/L)</b>					
<b>A.R.T<sup>5</sup> (g/L)</b>	0,67 <sup>a</sup>	0,22 <sup>d</sup>	0,58 <sup>b</sup>	0,52 <sup>c</sup>	0,51 <sup>c</sup>

As letras representam resultados do teste de tukey ( $p < 0,05$ ) realizado para resultados das médias de mesma linha.

1. Casca Mirtilo – C. Mirtilo; 2. C. Jabuticaba – Casca Jabuticaba; 3. C. Uva – Casca de Uva; 4. C. Abacaxi – Casca de Abacaxi; 5. A.R.T – Açúcar redutor total

**Figura 4.1-** A) Gráfico de evolução do comportamento fermentativo das bebidas alcoólicas fermentadas em relação aos Sólidos Solúveis (SS) em função do tempo de fermentação em horas. B) Tabela de acidez titulável expresso em g/L de ácido acético e teor de açúcares redutores totais (ART) em g/L das bebidas alcoólicas fermentadas.

A Figura 4.1 (a) e Tabela 2 descrevem a fermentação obtida nos diferentes mostos, pode-se observar que os mostos apresentaram início da fermentação tumultuosa próximo a 30 horas do processo fermentativo e o teor de açúcares residuais representados por meio de sólidos solúveis foi presente em menor quantidade de 60 a 80 horas de fermentação, sendo que a maior velocidade de fermentação foi observada no mosto de casca de uva e a menor foi no mosto de caldo de cana-de-açúcar.

Parte da diferença dos comportamentos na fermentação dos mostos pode ser justificada pela composição nutritiva, sendo que a maioria das cepas de *S. Cerevisiae* crescem com glicose, sais de amônio, íons inorgânicos e fatores de crescimento. Os macronutrientes necessitam de ser fornecidos a concentrações milimolares e compreendem fontes de carbono (isto é, açúcares), azoto amino livre (aminoácidos, peptídeos pequenos e sais de amônio), oxigênio, enxofre, fósforo, potássio e magnésio (WALKER et al., 2016).

**Tabela 4.2** – Cinética de fermentação de primeira ordem: constante de velocidades de fermentação em ordem decrescente (K), tempo de fermentação,  $R^2$ , soma dos quadrados do erro experimental (SQE).

Mostos	K	$R^2$	SQE
Caldo de cana	0,0111	0,9645	0,0090
Casca de abacaxi	0,0130	0,9698	0,0110
Casca de uva	0,0150	0,9319	0,0115
Casca de mirtilo	0,0130	0,9407	0,0133
Casca de jabuticaba	0,0113	0,948	0,0246

Todas as cinéticas com  $p < 0,0001$

Na Tabela 4.2 são mostrados dados referentes à cinética de fermentação e apesar da constante de velocidade de fermentação (K) encontrada entre as bebidas não terem sido muito distintas; o mosto do caldo de cana-de-açúcar possuiu menor constante de velocidade do processo fermentativo quando comparado aos demais mostos e observa-se pela Figura 4.1 que também foi o mosto de menor velocidade de fermentação, este fato ocorre devido ao pH mais próximo a neutralidade quando comparada as demais bebidas e menor quantidade de compostos químicos nutricionais que possam tornar o processo fermentativo mais rápido (Tabela 4.1).

A diferença na velocidade de fermentação é citada na literatura para diferentes variedades de mostos. De acordo Duarte et al. (2010), que realizou estudo da cinética

de fermentação entre diferentes espécies de leveduras para “vinhos de frutas”, sendo que o propósito foi desenvolver vinho de framboesa, verificou-se que houve bastante variações entre concentração acética nas bebidas de acordo cada espécie de levedura utilizada, demonstrando que de acordo os constituintes presentes nas matérias-primas e espécie de levedura utilizada torna características químicas finais bastante distintas nas bebidas alcoólicas fermentadas, principalmente em relação a teor de ácidos presentes; além de que as características das matérias-primas e levedura utilizadas interferem diretamente na velocidade de fermentação dos mostos.

A composição ácida e o pH do suco são considerações importantes na vinificação de mostos de frutas e suas respectivas cascas. O teor de ácido tem uma influência importante no sabor, pH, fermentação, cor e estabilidade do vinho. Os compostos voláteis ricos em aromas e o complexo aroma de frutas são cruciais para a qualidade da bebida alcoólica fermentada de cascas de frutas (MATEI F.; 2017). A acidez titulável muito baixa deixa sabor ruim e sem vida, enquanto que a acidez muito elevada resulta em vinho de fruta azedo e/ou amargo. Quando o vinho é vivo e intenso, ocorre melhor característica de acidez, sendo que acidez titulável de pelo menos 0,55% contribui para a qualidade asséptica do vinho. Como regra geral, o pH deve ser medido. Se estiver acima de 4,55, o vinho é susceptível a microrganismos e se estiver abaixo de 2,5, o vinho será de característica sensorial ruim. A percepção de correção para a maioria dos paladares é entre pH 3,2 a 3,8 (KELLER, 2014).

De acordo legislação vigente (OIV, 2014), bebidas fermentadas alcoólicas a partir de frutas podem variar teor alcoólico de 4 a 14 %, sendo que o teor alcoólico é definido pela característica de matéria-prima utilizada e quanto a teor de açúcares em bebidas alcoólicas fermentadas sabe-se que é resultante de características da cinética de fermentação do mosto, tais como temperatura e tempo de fermentação, pois quanto menor a temperatura de utilização para processo fermentativo e maior tempo de fermentação, ocasiona em bebidas com menores teores de metabólitos indesejáveis e baixo teor de açúcares residuais. De acordo Figura 4.1 b, as análises das bebidas alcoólicas fermentadas indicaram que seus respectivos tempos de fermentação foram suficientes pra diminuir o teor de açúcares até valores entre 0,67 a 0,22 g/L, ou seja, abaixo de valor estipulado por legislação, quando a bebida alcoólica fermentada similar a vinhos é considerado seco (BRASIL, 2009). O maior teor de ART (açúcares redutores totais) foi encontrado para bebida a partir de cascas de mirtilo, que possuiu 3,04 vezes

mais açúcares residuais do que na bebida alcoólica fermentada de cascas de jabuticaba, sendo esta última a bebida analisada de menor teor de ART observado.

Já com relação a acidez total titulável expressa em ácido acético, houve maior concentração encontrada na bebida de casca de jabuticaba, sendo que a concentrada no presente estudo foi similar do previsto por Asquieri et al. (2009) e menor do que encontrado por Fortes et al. (2011) que observou valores sete vezes maior do que na bebida de casca de jabuticaba desta pesquisa. O ácido acético esteve presente desde o início da fermentação, o que indica a presença de leveduras não *Saccharomyces* que normalmente produzem uma quantidade maior desse ácido (DUARTE et al., 2010).

Já quanto aos açúcares redutores totais (ART), nota-se que e a maioria dos tipos de bebidas avaliadas apresentaram concentrações similares e a menor quantidade de ART encontrada foi em bebida alcoólica fermentada a partir de cascas de jabuticaba, fator que justifica parte do comportamento fermentativo final das bebidas.

A presença de taninos hidrolisáveis no vinho é de origem exógena, como resultado de utilização de barris de madeira rica em taninos hidrolisáveis, para armazenamento do vinho após a fermentação alcoólica, e durante o seu envelhecimento. Há também estudos que trazem que sensação de adstringência é causada pela ligação dos taninos presentes nos alimentos às proteínas presentes na saliva, causando uma precipitação destes agregados (NUNO, 2009). Já nos vinhos de frutas o comum é encontrar a relação dos taninos também ligados a sensação de adstringência, logo não é interessante a sua formação ou quando possui taninos, que tenha quantidades pequenas.

Quanto a análise instrumental de cor (Tabela 4.3), o ângulo hue (°H) sendo o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores, as cores encontradas para bebidas fermentadas alcoólicas a partir da casca de jabuticaba, casca de mirtilo e casca de uva, estavam mais próximo de ângulos correspondentes a vermelho, enquanto que para bebida fermentada alcoólica obtida a partir da casca de abacaxi e caldo de cana obteve-se resultados mais próximos a ângulos que sinalizam coloração amarelo, o que já era esperado, pois as características das matérias-primas utilizadas para processos fermentativos apresentavam as mesmas características de coloração, porém também foi possível perceber que nem sempre essa pigmentação influenciou em percentual de atividade antioxidante, visto que a bebida alcoólica fermentada obtida da casca de abacaxi, mesmo apresentando coloração mais próxima ao amarelo de acordo ângulo hue, percebeu-se que nesta última bebida, a atividade

antioxidante foi maior do que encontrado em bebida alcoólica fermentada obtida para casca de mirtilo (Tabela 4.3) e obtida para casca de uva. Verifica-se ainda na Tabela 4.3 que tonalidade de vermelho obtido em vinho tinto por literatura foi menos intenso do que das bebidas alcoólicas fermentadas obtidas da casca de mirtilo, casca de uva e casca de jabuticaba.

Em relação a estatística aplicada na Tabela 4.3, observa-se que quanto aos álcoois avaliados (glicerol e etanol) não houve diferença significativa entre os tipos de bebidas alcoólicas fermentadas; enquanto que encontrou-se diferenças significativas entre todas as bebidas para as análises de açúcar redutor total, extrato seco, extrato seco reduzido, Relação Álcool/Extrato Seco Reduzido e cor.

**Tabela 4.3** – Caracterização físico-química das bebidas alcoólicas fermentadas

	<b>Bebidas fermentadas alcoólicas fermentadas</b>					<b>Literatura: Vinho tinho*</b>
	<b>C.Mirtilo<sup>1</sup></b>	<b>C. Jabuticaba<sup>2</sup></b>	<b>C. Uva<sup>3</sup></b>	<b>C. Abacaxi<sup>4</sup></b>	<b>Caldo de Cana</b>	
<b>Glicerol (%)</b>	1,15 <sup>a</sup>	1,09 <sup>a</sup>	1,16 <sup>a</sup>	1,65 <sup>a</sup>	1,36 <sup>a</sup>	0,001
<b>Etanol (%)</b>	7,23 <sup>a</sup>	7,96 <sup>a</sup>	7,87 <sup>a</sup>	6,93 <sup>a</sup>	6,89 <sup>a</sup>	11,77
<b>Sacarose (g/L)</b>	1,16 <sup>a</sup>	1,12 <sup>ab</sup>	0,30 <sup>cd</sup>	0,70 <sup>bc</sup>	0 <sup>d</sup>	0,17
<b>Glicose (g/L)</b>	0,81 <sup>c</sup>	0,57 <sup>bc</sup>	1,46 <sup>ac</sup>	1,80 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0,19
<b>Frutose (g/L)</b>	3,82 <sup>a</sup>	4,78 <sup>a</sup>	2,15 <sup>b</sup>	1,93 <sup>b</sup>	3,69 <sup>b</sup>	0,06
<b>Ác. Lático (g/L)</b>	7,58 <sup>b</sup>	7,81 <sup>b</sup>	1,96 <sup>a</sup>	11,08 <sup>b</sup>	7,41 <sup>b</sup>	2,5
<b>Ác. Acét.<sup>5</sup> (g/L)</b>	0,50 <sup>c</sup>	0,51 <sup>c</sup>	2,94 <sup>a</sup>	1,33 <sup>bc</sup>	2,61 <sup>ab</sup>	4,5
<b>Cinzas</b>	0,10 <sup>c</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,65 <sup>b</sup>	0,75 <sup>b</sup>	0,08 <sup>c</sup>	0,90
<b>ES (%)<sup>6</sup></b>	20,35 <sup>c</sup>	38,65 <sup>b</sup>	14,2 <sup>e</sup>	52,45 <sup>a</sup>	16,5 <sup>d</sup>	17,0
<b>ESR (g/L)<sup>7</sup></b>	5,56 <sup>c</sup>	23,18 <sup>b</sup>	11,29 <sup>d</sup>	49,02 <sup>a</sup>	13,81 <sup>c</sup>	15,8
<b>RA/ESR<sup>8</sup></b>	10,40 <sup>a</sup>	2,75 <sup>d</sup>	5,58 <sup>b</sup>	1,13 <sup>e</sup>	3,99 <sup>c</sup>	5,06



<b>Cor – H°</b>	16,45 <sup>c</sup>	15,54 <sup>c</sup>	13,45 <sup>d</sup>	81,14 <sup>a</sup>	74,20 <sup>b</sup>	31,86
<b>Cor - C</b>	0,06 <sup>c</sup>	8,33 <sup>c</sup>	0,43 <sup>d</sup>	29,96 <sup>a</sup>	15,43 <sup>b</sup>	39,59

As letras representam resultados do teste de tukey ( $p < 0,05$ ) realizado para resultados das médias padrões de mesma linha.

1- C. Mirtilo – Casca de mirtilo; 2. C. Jabuticaba – Casca de Jabuticaba; 3. C. Uva – Casca de Uva; 4. C. Abacaxi – Casca de Abacaxi; 5. Ác. Acét. (g/L): Ácido Acético; 6. E.S (%) – Extrato seco; 7. ESR (g/L): Extrato seco reduzido; 8. RA/ESR: Relação Álcool/ Extrato seco reduzido.

\*Literatura de vinho tinto: Lins & Sartori (2014); Vilas Boas et al. (2017); Bender et al. (2017).

Os resultados de ácido láctico e relação álcool/extrato seco reduzido (RA/ESR) para vinho tinto e bebida alcoólica fermentada da casca de uva apresentados na Tabela 4.3, possuíram os valores mais próximos em comparação as demais bebidas analisadas. Já quanto ao teor de etanol, já esperava que bebidas alcoólicas obtidas de cascas de frutas obtivessem teores reduzidos, visto que as características encontradas de açúcares e álcoois de bebidas das cascas são decorrentes do comportamento fermentativo de substâncias contidas nas cascas de frutas.

A presença de bactérias durante a fermentação alcoólica é um dos itens que reduz a concentração de etanol, logo pode comprometer a qualidade do produto, que muitas vezes pode tornar o sabor inaceitável, estabilidade fraca e insatisfatória. As bactérias contaminantes predominantes são bactérias do ácido láctico, mas problemas ocasionais também podem surgir de bactérias de ácido acético e leveduras selvagens (WALKER et al., 2016). Esses microrganismos podem causar uma variedade de defeitos de sabor (ácidos orgânicos diacetil) e aroma (odores sulfurosos) em bebidas acabadas, como cerveja e vinho. De acordo Vriesekoop et al.(2012), o controle de bactérias no processo de fermentação pode ser realizado.

Entre as bebidas de maiores teores de fenólicos totais (bebidas obtidas de casca de: jabuticaba, uva e mirtilo), a bebida alcoólica fermentada de casca de jabuticaba houve maior saturação (pureza e intensidade de cor) na análise de cromaticidade, porém entre todas as bebidas analisadas, as duas maiores saturações foram encontradas em bebidas alcoólicas fermentadas de casca de abacaxi e caldo de cana-de-açúcar, sendo que provável resultado tenha ocorrido devido menor intensidade de luz branca misturada a essas amostras (NEIRO et al.,2013).

Referente ao ácido láctico observado na Tabela 4.3, tem-se que o mesmo é maior que o observado em vinho tinto. Nos vinhos tintos, os teores de ácido láctico de 0,2 a 0,4 g/L pode ter sido produzido pelas próprias leveduras durante a fermentação alcoólica (SON et al., 2009) e quando em maior concentração é decorrente da variedade

de uva utilizada no processo fermentativo, já as bebidas de cascas de frutas e caldo de cana encontra-se maior variação de teores deste ácido produzido nas próprias leveduras durante a fermentação alcoólica, como pode também observar na comparação entre as bebidas na mesma tabela que apesar da bebida de casca de uva diferir-se significativamente das demais bebidas analisadas, quanto ao teor de ácido láctico, também verifica-se que a bebida obtida pela casca de abacaxi possuiu maior concentração do ácido analisado.

Em relação ao teor de extrato seco reduzido para bebidas alcoólicas fermentadas, sabe-se que a legislação não estabelece um limite mínimo, mas sim um valor máximo para relação álcool em peso/extrato seco reduzido para vinhos tintos comuns, que deve ser no máximo 4,8 (OFFICE INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN, 1978; DELANOE *et al*, 1989), mas como se trata de bebidas obtidas a partir de cascas de frutas, observa-se pela Tabela 4.3 que o processo fermentativo proporcionou bebidas de comportamentos físico-químicos diversos, logo obteve-se maior valor da relação álcool em peso/extrato seco reduzido comparado ao limite previsto para vinhos tintos nas bebidas alcoólicas fermentadas obtidas de cascas de mirtilo e de cascas de uva e já a bebida de casca de abacaxi foi a que possuiu menor valor desta relação de álcool/ extrato seco reduzido.

Como o esperado, os valores analíticos encontrados para fermentado alcoólico de cana-de-açúcar foram de menores quantidades de atividade antioxidante e fenólicos totais. A acidez encontrada foi uma das mais baixas entre bebidas analisadas e teor de açúcares redutores totais de valor próximo ao encontrado para bebida fermentada alcoólica obtida em casca de abacaxi.

A Tabela 4.4 descreve a caracterização das bebidas em termos dos compostos bioativos e observa-se que houve diferenças significativas entre os tipos de bebidas avaliadas para ácido cafeico, percentual de antocianinas e compostos fenólicos totais. As bebidas de casca de abacaxi e casca de uva apresentaram-se com teor de ácido gálico significativamente igual e também a bebida de casca de uva e caldo de cana também foram significativamente iguais; quanto ao teor de ácido ferrúlico, observou-se que a bebida da casca de jabuticaba foi significativamente igual a bebidas do caldo de cana, casca de uva e casca de mirtilo.

Referente aos compostos fenólicos tem-se que a bebida de casca de mirtilo 2,93 vezes maior do que previsto em literatura para bebida da polpa de mirtilo descrito

por Souza et al. (2014), além de que a única fruta que tem valor mais próximo a bebida de casca de mirtilo da mesma literatura, foi a amora, sendo que possuiu uma quantidade de 44,39 mg Ac. Gálico/L menor do que a bebida a partir de cascas do mirtilo para compostos fenólicos totais.

Os flavonoides, tais como os ácidos orgânicos, são potentes antioxidantes, depuradores de radicais livres e quelantes de metais, eles inibem a peroxidação lipídica e exibem várias atividades fisiológicas incluindo atividades anti-inflamatórias, antialérgicas, anticarcinogênicas, anti-hipertensivas, antiartrítica e antimicrobianas.

De acordo observado pela Tabela 4.4, o teor de ácido gálico encontrado para bebida alcoólica fermentada a partir da casca de mirtilo é próximo a concentração encontrada em literatura para vinho tinto, porém de forma geral, observa-se maiores concentrações de compostos bioativos em bebida alcoólica fermentada a partir de casca de jabuticaba para ácido gálico, ácido cafeico, atividade antioxidante e compostos fenólicos totais quando comparado ao vinho tinto analisado em literatura.

O conteúdo de ácido gálico encontrado em bebida alcoólica de casca de jabuticaba foi 3,59 vezes maior do que a mesma substância quantificado para vinho tinto visto por Lins & Santori (2014). Já quanto a compostos fenólicos totais (C.F.T), percebe-se que 1,26 vezes maior quantidade encontrado na bebida alcoólica fermentada de casca de jabuticaba do que em vinho tinto relatado por Vilas Boas et al. (2017).

**Tabela 4.4** – Compostos bioativos das bebidas alcoólicas fermentadas analisadas

	Casca de Mirtilo	Casca de Jabuticaba	Casca de Uva	Casca de Abacaxi	Caldo de Cana	*Literatura: Vinho tinto
AG <sup>1</sup> (mg/L)	26,6 <sup>b</sup>	90,38 <sup>a</sup>	11,67 <sup>cd</sup>	14,47 <sup>c</sup>	9,53 <sup>d</sup>	25,2
A.caf <sup>2</sup> (mg/L)	36,87 <sup>b</sup>	58,11 <sup>a</sup>	11,44 <sup>d</sup>	20,97 <sup>c</sup>	10,53 <sup>d</sup>	4
A.Fer <sup>3</sup> (mg/L)	2,26 <sup>c</sup>	1,60 <sup>bc</sup>	2,17 <sup>c</sup>	8,14 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0
A.A <sup>4</sup> (%)	24,88 <sup>c</sup>	69 <sup>a</sup>	23,71 <sup>d</sup>	48,99 <sup>b</sup>	7,14 <sup>e</sup>	39
C.F.T <sup>5</sup> (mg Eq Ác. Gálico.L <sup>-1</sup> )	894,9 <sup>c</sup>	1596,59 <sup>a</sup>	1008,46 <sup>b</sup>	780,76 <sup>d</sup>	180,51 <sup>e</sup>	1265,5
Antocianinas (mg/L)	63,62 <sup>b</sup>	44,33 <sup>c</sup>	124,86 <sup>a</sup>	3,90 <sup>d</sup>	1,14 <sup>e</sup>	150,93

1. AG - Ácido Gálico; 2. Ác. Caf. - Ácido Cafeico; 3. Ác. Fer. - Ácido Ferrúlico; 4. A.A – Atividade Antioxidante; 5 – C.F.T. – Compostos Fenólicos Totais.

As letras representam resultados do teste de tukey (p<0,05) realizado para resultados das médias de mesma linha

\*Literatura de vinho tinto: Lins & Sartori (2014); Vilas Boas et al. (2017); Bender et al. (2017).

Logo, pode-se afirmar que existe uma quantidade maior de determinados compostos bioativos na bebida de casca de jabuticaba quando compara-se literaturas que abordam as mesmas análises para vinho tinto, isso ocorre devido ao alto potencial de bioativos existente na casca de jabuticaba para processo fermentativo, sendo uma ótima opção entre as cascas de frutas avaliadas para fabricação de bebidas alcoólicas fermentadas com material bioativo elevado para consumo.

Foi possível observar que a bebida fermentada alcoólica a partir da casca de uva apresentou maior teor de antocianinas e inclusive em quantidade 2,81 vezes maior do que apresentado na bebida de casca de jabuticaba (segunda maior quantidade de antocianinas avaliada), porém a bebida da casca de jabuticaba apresentou maior quantidade de compostos fenólicos totais.

Entre os compostos fenólicos contidos no vinho tinto de acordo Markosky et al. (2016), encontrou-se em sua pesquisa as seguintes proporções de substâncias: 95 mg de ácido gálico/L, 24 mg/L de antocianinas e 7,1 mg/L de ácido cafeico e quando comparado com os resultados deste trabalho, observa-se pela Tabela 4.4, que a bebida da casca de jabuticaba obteve quantidade mais próxima ao teor de ácido gálico do vinho e essa mesma bebida possuiu quase o dobro de antocianinas do que a literatura descreve pelo vinho tinto, além de que a bebida da casca da uva apresentou concentração de antocianina 5,2 vezes maior do que a concentração do vinho tinto e a bebida da casca de mirtilo apresentou-se 2,65 vezes em maior proporção, ou seja, as bebidas destas cascas demonstrou comportamento de maior teor de antocianinas do que o próprio vinho tinto. Foi possível perceber que a bebida obtida da casca de jabuticaba obteve maior teor de ácido cafeico, porém o ácido ferrúlico foi encontrado em maior proporção na bebida de casca de abacaxi, sendo que esta substância também é considerada interessante para “vinhos de frutas” e não foi detectada na literatura para vinho tinto.

Entre todas as bebidas alcoólicas analisadas, a bebida contendo cascas de jabuticaba obteve maiores quantidades de fenólicos totais, significando que a casca de jabuticaba possui uma fonte interessante a ser explorada para seu processamento e a bebida alcoólica fermentada das mesmas pode ser uma boa opção, porém deve-se verificar que em contrapartida que essa bebida em questão possuiu maior teor de acidez entre as demais bebidas e maior tempo de fermentação quando comparada as demais bebidas analisadas. Há possibilidade de que o teor de acidez e fenólicos totais em maior

quantidade interferiram no tempo de fermentação, já que Fertonani et al. (2006) encontrou correlação similar nas bebidas alcoólicas fermentadas de frutas analisadas, apesar de que os resultados do estudo deste autor foram de menor quantidade de fenólicos totais quando comparado a este estudo em questão.

De acordo Santos et al. (2011), os compostos fenólicos totais encontrados para casca de abacaxi foi de 7,8 mg Eq. Ác. Gálico/L, ou seja, a bebida de cascas de abacaxi da presente pesquisa possuiu quantidade muito maior do que a literatura para somente casca, isso pode ter ocorrido devido estágio de maturação das cascas do fruto utilizado, região de cultivo, como também pelo fato de que o processo fermentativo possibilita maior dissipação destes compostos, já observado de acordo Nunes et al. (2017).

Já quanto o percentual de atividade antioxidante das bebidas realizadas, verificou-se pela Tabela 4.4 que a bebida alcoólica obtida de cascas de jabuticaba possuiu maior quantidade do que as demais bebidas, porém também foi perceptível que bebida alcoólica fermentada obtida a partir de cascas de abacaxi possuiu resultados também importantes a serem explorados. Segundo Serradilla et al. (2012) e USDA (2013), nota-se que os percentuais de atividade antioxidante do abacaxi in natura é 1,38 vezes menor do que os valores encontrados na atual pesquisa para bebida alcoólica fermentada obtida a partir da casca.

Segundo Petropulos et al. (2015), o vinho tinto possui compostos fenólicos totais em quantidades menores quando comparados as bebidas alcoólicas fermentadas do presente trabalho a partir de cascas de frutas, principalmente quando comparado a bebida a partir da casca de jabuticaba, casca de uva e casca de mirtilo, como também possui valores menores quanto a atividade antioxidante, sendo que chega a 2,04 vezes menor do que a concentração encontrada para bebida a partir da casca de uva e valores ainda menores quando comparado a bebida a partir da casca de mirtilo, casca de abacaxi e casca de jabuticaba.

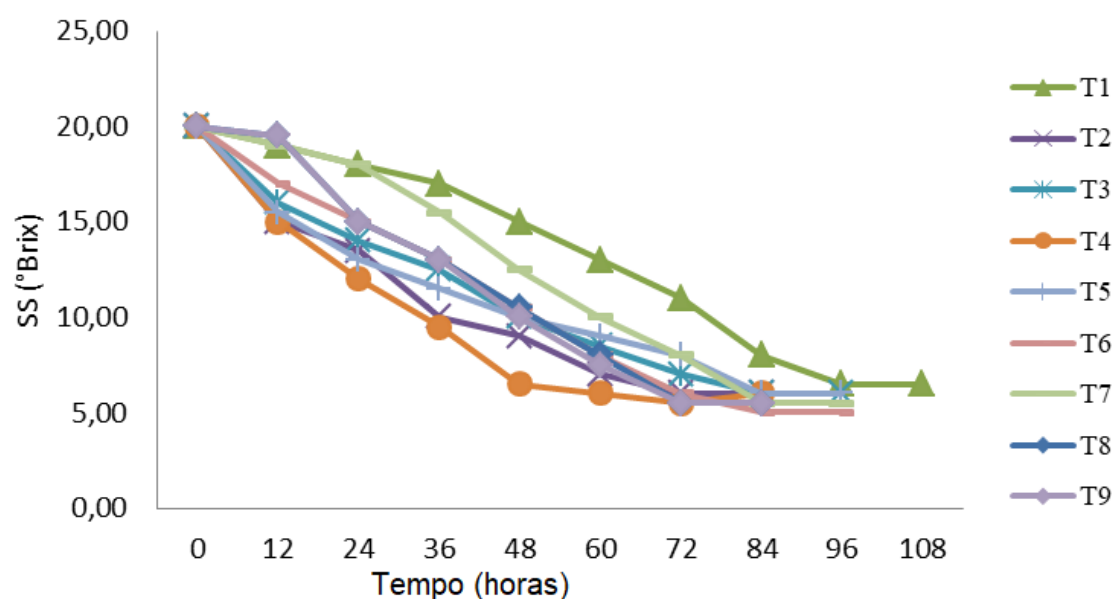
De forma geral, os mostos apresentaram cinética de fermentação de interesse a utilizá-los na produção de bebidas alcoólicas fermentadas. Quanto as bebidas obtidas de caldo de cana e de casca de abacaxi, geraram teor alcoólico e demais características físico-químicas viáveis a utilização quando comparados a bebidas alcoólicas fermentadas. Já as bebidas a partir de cascas de mirtilo, jabuticaba e uva, possuíram características físico-químicas mais comparáveis e muitas vezes superiores ao vinho tinto, incluindo também a composição de compostos bioativos avaliados. Logo as

bebidas elaboradas podem gerar alternativas interessantes ao desenvolvimento de novos produtos com características que reúnem condições de funcionalidade e características que englobam reduções de desperdícios da agroindústria.

#### **4.2. BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADAS DE DELINEAMENTO DE MISTURAS CONTENDO CASCA DE UVA, CASCA DE ABACAXI E CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR**

De acordo Figura 4.2, verifica-se que cada bebida alcoólica fermentada em diferentes proporções a partir de casca de uva, casca de abacaxi e caldo de cana possui cinética de fermentação com características distintas, sendo que a etapa de fermentação tumultuosa constatada entre as bebidas apresentaram-se comportamentos de decréscimo do consumo de sólidos solúveis de formas diferentes, visto que apenas no tratamento 3 (T3) e tratamento 5 (T5) possuiu velocidade de fermentação similar na etapa de fermentação tumultuosa, porém a etapa final de fermentação entre os tratamentos ocorreram a partir de 84 horas na maioria dos tratamentos avaliados. A quantidade de casca de abacaxi contida entre os tratamentos citados anteriormente (T3 e T5) são iguais e definiu característica similar na etapa de fermentação tumultuosa em relação ao consumo de sólidos solúveis.

O menor período de fermentação tumultuosa da Figura 4.2 foi constatado no tratamento 4 (T4), sendo que possuiu em maior quantidade de sua mistura o caldo de cana e casca de abacaxi, logo as características químicas constatadas neste tipo de bebida levou a um processo de término de fermentação mais rápido quando comparado as demais bebidas alcoólicas analisadas. (Esti et al., 2017).



**Figura 4.2** – Cinética de fermentação do delineamento de misturas de bebidas contendo casca de abacaxi (C.A), casca de uva (C. U) e caldo de cana-de-açúcar em diferentes proporções.

A bebida alcoólica fermentada do tratamento 1 (T1) concluiu a fermentação em 108 horas, ou seja, foi a bebida de maior tempo gasto na cinética de fermentação, tal fato ocorre devido composição química equivalente da mistura de proporções contida nesta bebida, sendo que constituintes químicos do caldo de cana e da casca de uva que estão em maiores quantidades nesta bebida levam a menor formação de produção de gás carbônico da fermentação e constituintes nutritivos que impedem a absorção rápida por parte da levedura quando comparado as demais bebidas do delineamento. .

Entre os tipos de ácidos analisados na Tabela 4.5, o ácido láctico foi detectado em maior proporção do que o ácido acético, porém o ácido acético apresentou-se em maior concentração no tratamento 5, sendo que a característica de acidez presente ocorre por parte da maior concentração de casca de abacaxi na presente bebida e literaturas relatam a presença de ácido acético em maior quantidade em bebidas com este tipo de mistura em maior proporção (Esti et. al, 2011), quanto a predominância de ácido láctico em maior quantidade também está na bebida do mesmo tratamento

Embora presente em quantidades relativamente pequenas, o ácido cítrico confere um sabor fresco e ligeiramente ácido aos vinhos. Como o ácido málico, o ácido cítrico é facilmente convertido em outros compostos por microrganismos do vinho. Por exemplo, o ácido cítrico pode ser fermentado em ácido láctico, e alguns tipos de bactérias do ácido láctico podem fermentar o ácido cítrico em ácido acético.

**Tabela 4.5** – Análises físico-químicas das bebidas alcoólicas fermentadas (B.A.F).

Tratamento	Ac. <sup>1</sup>	A.R. <sup>2</sup>	Cor		Análises cromatográficas				
			°H <sup>3</sup>	GLICEROL	GLICOSE	SAC. <sup>4</sup>	FRUT. <sup>5</sup>	ÁC.ACÉT <sup>6</sup>	ÁC.LÁT. <sup>7</sup>
1	3,54 <sup>a</sup>	1,93 <sup>c</sup>	14,49 <sup>d</sup>	1,0 <sup>a</sup>	0,95 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,29 <sup>b</sup>	3,78 <sup>d</sup>
2	3,6 <sup>a</sup>	1,44 <sup>a</sup>	15,01 <sup>e</sup>	0,86 <sup>ab</sup>	1,47 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	2,24 <sup>a</sup>
3	4,02 <sup>b</sup>	2,49 <sup>e</sup>	17,98 <sup>b</sup>	0,71 <sup>bc</sup>	0,96 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	1,82 <sup>e</sup>	3,32 <sup>c</sup>
4	4,02 <sup>b</sup>	0,26 <sup>b</sup>	21,46 <sup>g</sup>	1,28 <sup>e</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>	0,64 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	5,24 <sup>e</sup>
5	7,08 <sup>d</sup>	0,32 <sup>b</sup>	17,98 <sup>b</sup>	0,91 <sup>a</sup>	0,39 <sup>d</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	2,33 <sup>f</sup>	5,61 <sup>f</sup>
6	8,23 <sup>e</sup>	1,99 <sup>c</sup>	18,61 <sup>f</sup>	0,63 <sup>c</sup>	1,86 <sup>f</sup>	0,65 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>	0,35 <sup>b</sup>	3,96 <sup>b</sup>
7	3,54 <sup>a</sup>	0,41 <sup>d</sup>	14,19 <sup>c</sup>	0,42 <sup>d</sup>	1,16 <sup>e</sup>	0,22 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0,14 <sup>d</sup>	4,09 <sup>b</sup>
8	3,6 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>	15,32 <sup>a</sup>	0,86 <sup>ab</sup>	1,46 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	2,22 <sup>a</sup>
9	3,84 <sup>c</sup>	1,43 <sup>a</sup>	15,39 <sup>a</sup>	0,88 <sup>a</sup>	1,47 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	2,23 <sup>a</sup>

1. Ac. – Acidez titulável (mEq.g.L-1); 2. A.R. – Açúcares Redutores (g.L-1); Análise de cor:  
 3. °H – ângulo Hue; Análises cromatográficas: 4. Sac. – Sacarose; 5. Frut. – Frutose; 6. Ác. Acét. – Ácido acético; 7. Ác.lát. – Ácido láctico.

A Tabela 4.5 apresentou menor concentração de açúcares residuais nas bebidas alcoólicas fermentadas obtidas a partir do tratamento 4 e tratamento 5 e fato similar também foi observado em Araújo et al. (2009), sendo que ambos tiveram menor proporção de casca de uva na mistura em suas comparações e maiores quantidade de caldo de cana e casca de abacaxi e sabe-se que estes possuem constituintes que proporcionam maior facilidade em consumo de seus açúcares residuais. As bebidas alcoólicas fermentadas com maior teor de açúcares redutores foram as que possuíram maior quantidade de casca de uva ou quantidade intermediária na proporção do delineamento entre os tratamentos, isso ocorreu devido ao fato de que a casca de uva possui maior quantidade de açúcares redutores mesmo após as bebidas passarem pelo processo fermentativo. Quando comparado ao vinho seco, as bebidas alcoólicas fermentadas do delineamento de mistura obtiveram concentração de açúcares redutores de acordo previsto por legislação que classifica o limite máximo de 4 g/L. (Brasil, 1988 e OIV, 2017).

A maioria das bebidas fermentativos apresentaram menor quantidade de sacarose e frutose, enquanto que a glicose foi observada em maior concentração, porém ainda em maior proporção quando comparado ao encontrado para vinho de caldo de cana e vinho de abacaxi de acordo Christofolletti et al. (2013) e Araújo et al. (2009).

O ângulo hue refere-se a coloração das bebidas alcoólicas fermentadas (Chitarra, Chitarra, 2005) sendo que os 9 tratamentos apresentaram tonalidade vermelho



púrpura, sendo que o mais intenso foi o tratamento 7, sendo que este aspecto de coloração se compara as bebidas de frutas vermelhas que prevaleceram nos processos de mistura. A OIV (2010) recomenda um método simplificado que, por meio da medição de 4 longitudes de onda, obtém uma satisfatória precisão na determinação de X, Y e Z e o consequente cálculo das coordenadas cromáticas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e esféricas  $C^*$  e  $H^*$ .

O ângulo  $H^*$  é o parâmetro mais importante sobre classificação de cor de vinhos tintos, sendo a medição instrumental que melhor reproduz a classificação em categorias de cor tal como realizadas pelos provadores (HERNÁNDEZ et al., 2007). Já o parâmetro cromaticidade ( $C^*$ ) permite caracterizar a saturação da cor global, logo, observou-se na Tabela 4.6, que as bebidas alcoólicas fermentadas que apresentam cores mais puras, possuem croma mais elevado, ou seja, os tratamentos 4 e 5 possuem esta característica, porém as demais bebidas possuem cromaticidade menores e similares estatisticamente.

As análises cromatográficas para teor alcoólico demonstrou que as bebidas entre os tratamentos apresentaram-se no parâmetro característico a vinho de fruta, visto que possuiu concentrações alcoólica menor que em vinho tinto, porém dentro do previsto em legislação (OIV, 2010). O maior teor alcoólico encontrado foi referente ao tratamento 1, sendo que o caldo de cana esteve presente em maior proporção nesta bebida e estudos comprovam boa característica de fermentação aos parâmetros de cinética utilizada para este tipo de matéria-prima (DODIC et al., 2012).

Para saturação, observada a partir da cromaticidade (coeficiente tricromático) da Tabela 4.6, sabe-se que quanto maior o valor, mais pura é a amostra, logo, observa-se que pela Figura 4.3 (G), o tratamento 4 e o tratamento 5 obtiveram maiores concentrações na cromaticidade, devido possuir nestas bebidas, misturas de maiores concentração de matérias-primas de colorações com maior similaridade, pois tanto a casca de abacaxi como o caldo de cana possuem cromaticidade de maior proximidade; já as bebidas com quantidade intermediária ou maior quantidade de casca de uva compreendeu em cromaticidade de valores menores, observado no tratamento 3 e nos pontos centrais da Figura 4.3 (G) e Tabela 4.6 (tratamento 2, tratamento 8 e tratamento 9).

A bebida alcoólica fermentada obtida a partir do processo de mistura contendo mais casca de abacaxi combinada a quantidade intermediária de casca de uva resultou em maior quantidade de compostos fenólicos totais verificado no tratamento 3; contudo

este aspecto justifica-se pela grande quantidade de compostos fenólicos presentes na casca de abacaxi e característica dos fenólicos contidos na casca de uva de acordo observado na Figura 4.3 (B) e Tabela 4.6; tal aspecto também foi constatado em literatura por Araujo et al. (2009) e Oliveira et al. (2012), assim sendo, o processo fermentativo da mistura do tratamento 3 trouxe aspectos bioquímicos satisfatórios para o resultado dos compostos fenólicos totais existentes.

**Tabela 4.6.** Resultados dos experimentos (tratamentos) quanto a compostos bioativos, teor alcoólico e cromaticidade

Exp.	Níveis reais			Níveis codificados			Resultados							
	C.C c1*	C.A c2*	C.U c3*	C.C (X1)	C.A (X2)	C.U (X3)	%A.A <sup>1</sup>	C.F.T <sup>2</sup>	Ant. <sup>3</sup> (mg/L)	A.G <sup>4</sup>	A.CAF. <sup>5</sup>	A.FER <sup>6</sup>	ET <sup>7</sup>	Cor: C*
1	0,6	0,06	0,34	0,658	0	0,341	23,28	844,91	91,68	30,1	13,28	2,39	7,66	3,77
2	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	19	850,33	45,33	20,86	15,46	0	6,86	3,70
3	0,06	0,6	0,34	0	0,658	0,341	22,68	871,18	33,11	29,8	28,29	0	6,15	2,66
4	0,6	0,34	0,06	0,658	0,341	0	17,09	831,35	18,41	24,69	19,41	2,6	7,9	17,13
5	0,34	0,6	0,06	0,341	0,658	0	16,86	794,06	12,15	28,54	22,45	0	5,1	15,69
6	0,06	0,34	0,6	0	0,341	0,658	17,82	667,79	65,35	26,88	17,45	0	5,62	3,26
7	0,34	0,06	0,6	0,341	0	0,658	22,78	726,26	102,75	25,38	13,55	0	6,97	4,55
8	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	19,2	849,23	45,74	20,9	15,5	0	6,88	3,67
9	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	18,85	852,78	45,41	20,87	15,48	0	6,95	3,69

1. %A.A - % Atividade Antioxidante; 2. C.F.T. – Compostos Fenólicos Totais; 3. Ant. – Antocianinas; 4. A.G.- Ácido Gálico; 5. A. CAF. – Ácido Cafeico; 6. A. FER. – Ácido Ferrúlico; 7. ET. – Etanol; C.C.: caldo de cana; C.A: casca de abacaxi; C. U.: Casca de uva; c1\*: concentração de nível real 1; c2\*: concentração de nível real 2; c3\*: concentração de nível real 3; X1: nível codificado 1; X2: nível codificado 2; X3: nível codificado 3.

Sabe-se que a presença de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio em um organismo vivo está associada ao aumento do risco de doenças crônicas, especialmente doenças cardiovasculares; em contrapartida, o consumo de frutas, vegetais e vinhos, ricas fontes de substâncias antioxidantes, tendem a reduzir tal risco (ARCHELA; ANTONIA, 2013). De acordo a Figura 4.3 (A), observa-se que na área de mínimo (menores concentrações de % Atividade Antioxidante) predominam entre os componentes de mistura das bebidas, quantidades intermediárias e maiores de caldo de cana (271 a 582 g) e de casca de abacaxi (304 a 601g), além de menores concentrações de casca de uva (88 a 233g), ou seja, entre os componentes de mistura, o caldo de cana e a casca de abacaxi impactaram mais nos menores percentuais de atividade antioxidante. Já quanto a área de máximo da figura 4.3 (A), verifica-se maior influência da casca de uva em proporções intermediárias para aumento da atividade antioxidante das bebidas alcoólicas fermentadas, sendo que houve maior influência da casca de uva (0,199 a 0,458 g) e maior faixa de concentração de casca de uva nos maiores teores de atividade antioxidante obtidos entre os tratamentos de delineamento de misturas.

Os compostos responsáveis pela coloração dos vinhos tintos são as antocianinas. Quanto às transformações que ocorrem na cor dos vinhos, além das relacionadas com a perda por oxidação das antocianinas, há também importantes formações de novos pigmentos mais estáveis e de colorações diferentes. (DA SILVA, 2016). Entre os diferentes tratamentos avaliados, observou-se na figura 4.3 (C) a maior concentração de antocianinas entre quantidades intermediárias a maiores de casca de uva (256 a 597 gramas), além de que obteve a bebida de melhor teor de antocianinas, observado a partir do tratamento 7.

A área de mínimo das antocianinas demonstra que a casca de abacaxi influenciou em maior faixa de variação nos menores resultados de antocianinas do que os demais componentes de mistura com variação entre 482 a 536 gramas deste tipo de casca nos menores resultados, ou seja, houve maior influência da casca de abacaxi nos menores resultados de antocianinas para as bebidas alcoólicas fermentadas avaliadas.

Entre os ácidos orgânicos quantificados por cromatografia, o ácido cafeico apresentou-se em maior quantidade nas bebidas que contêm casca de abacaxi em maior proporção, sendo que já era esperado por se tratar de característica pertinente a bebidas deste tipo de casca e encontrou-se quanto a bebidas com maior quantidade de casca de

uva, concentrações intermediárias deste tipo de ácido orgânico. De acordo Lima et al. (2010), ácidos orgânicos na uva apresentam, variações nas concentrações na dependência da variedade, no grau de maturação do fruto, na disponibilidade de água e na temperatura decorrente da exposição ao sol.

Sobre teor alcoólico das bebidas, verifica-se por literaturas que bebidas alcoólicas fermentadas de caldo de cana normalmente possuem maiores teores alcoólicos do que bebidas obtidas por meio de cascas de frutas (Dodíc et al., 2012 e Esti et al., 2011), assim sendo, as bebidas com maiores quantidades de caldo de cana possuíram melhores resultados quanto ao teor alcoólico (501 a 574 gramas) como observado na Tabela 4.6, obtido no tratamento 1, porém obteve menor teor alcoólico bebida com casca de abacaxi, visto que os constituintes deste tipo de casca não auxiliam elevada produção alcoólica, apesar de ter encontrado resultado satisfatório para legislação de vinhos de frutas.

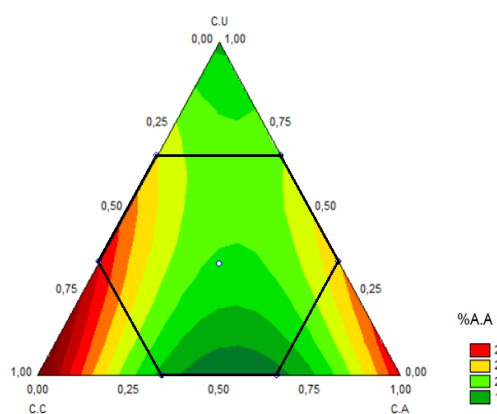
De acordo tabela 4.7, os modelos quadráticos de maior nível de significância foram para antocianinas e cromaticidade, sendo que as bebidas alcoólicas fermentadas possuíram maior  $R^2$  para estas duas respostas entre todos os tratamentos avaliados.

**Tabela 4.7.** Modelos quadráticos de compostos bioativos, etanol e cromaticidade encontrados nas bebidas alcoólicas fermentadas.

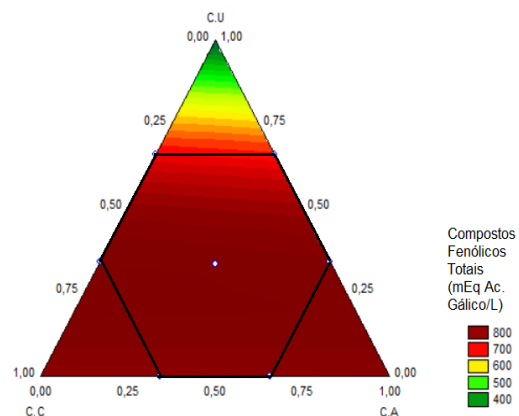
	<b>Modelos ajustados</b>	<b>R2</b>	<b>R2 ajst</b>	<b>p</b>	<b>falta de ajuste</b>
<b>% A.A</b>	$y=27,35x_1+24,03x_2+17,74x_3-38,10x_1x_2$	0,82	0,71	0,03	0,01
<b>C.F.T</b>	$y=807,30x_1+817,98x_2+322,04x_3+970,99x_1x_3+875,65x_2x_3$	0,93	0,86	0,01	0,002
<b>Antocianinas</b>	$y=71,96x_1+31,35x_2+122,51x_3-158,20x_1x_2-119,61x_2x_3$	0,99	0,99	0,0001	0,002
<b>Ácido Gálico</b>	$y=42,34x_1+48,54x_2+33,40x_3-83,71x_1x_2-45,05x_1x_3-56,16x_2x_3$	0,95	0,88	0,03	0,00008
<b>Ácido Cafeico</b>	$y=18,28x_1+37,10x_2+7,38x_3^{ns}-35,34x_1x_2^{ns}$	0,88	0,80	0,01	0,00005
<b>Ácido Ferrúlico</b>	$y=7,80x_1-0,11x_2^{ns}+0,11x_3^{ns}-11,28x_1x_2-12,24x_1x_3$	0,99	0,99	0,000002	0
<b>Etanol</b>	$y=9,70x_1+3,38x_2+4,88x_3+7,89x_2x_3^{ns}$	0,82	0,71	0,03	0,006
<b>C*</b>	$y=17,83x_1+14,99x_2+17,96x_3-60,66x_1x_3-59,69x_2x_3$	0,99	0,99	0,00001	0,0008

ns: Efeitos não foram significativos, porém foram mantidos para melhoria do ajuste do modelo;

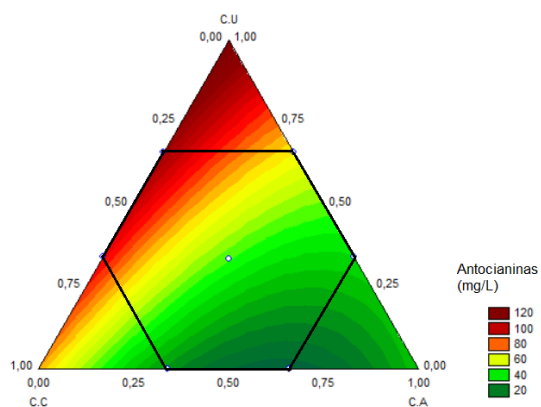
**A) % Atividade Antioxidante (A.A)**  
%



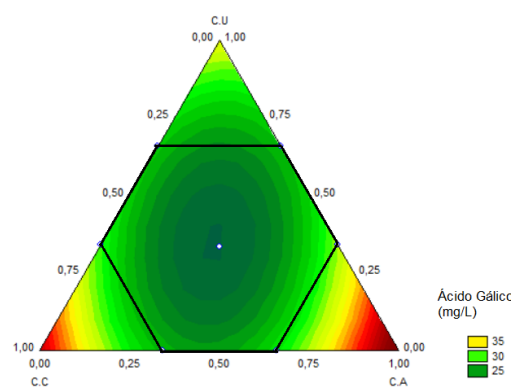
**B) Compostos Fenólicos Totais (C.F.T)**  
(mg Eq Ác. Gálico.L<sup>-1</sup>)



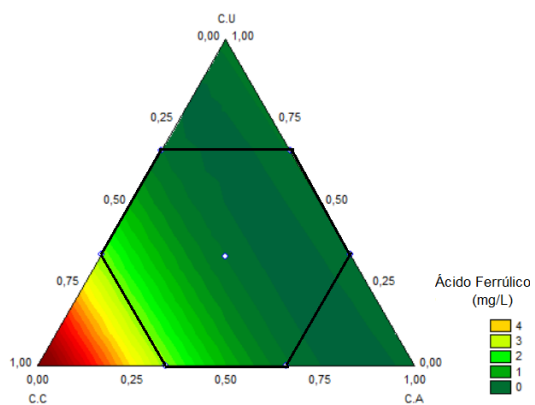
**C) Antocianinas (mg/L)**



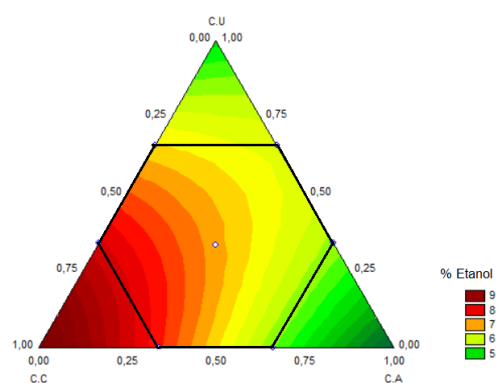
**D) Ácido Gálico (A.G) (mg/L)**

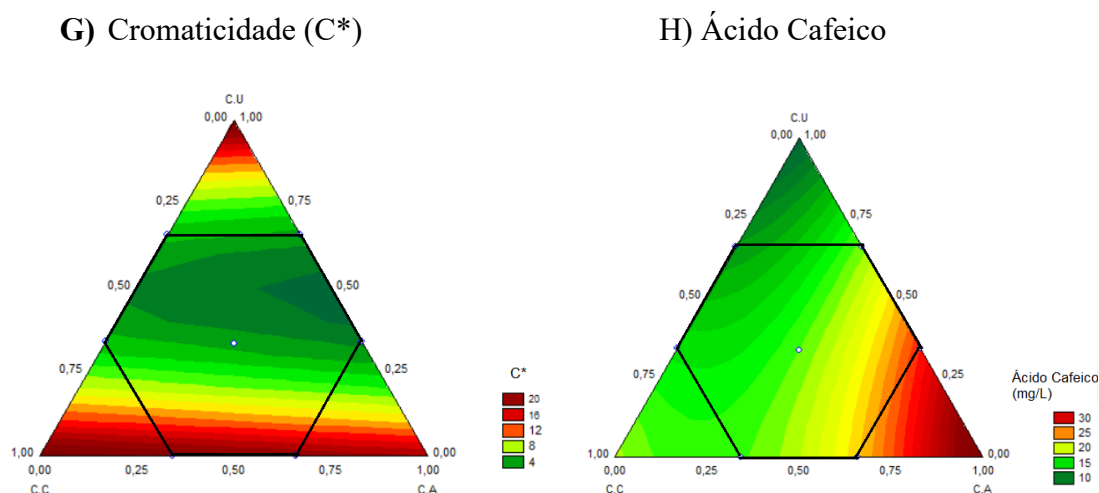


**E) Ácido Ferrúico (mg/L)**



**F) Etanol (%)**





**Figura 4.3.** (A) % Atividade Antioxidante; (B) Compostos Fenólicos Totais (mg Eq. Ác. Gálico.L<sup>-1</sup>); (C) Antocianinas (mg/L); (D) Ácido Gálico (mg/L); (E) Ácido Ferrúlico (mg/L); (F) Etanol (%); (G) Cromaticidade (\*C); (H) Ácido Cafeico (mg/L)

O ácido gálico e o ácido ferrúlico não houveram variações significativas entre áreas de mínimo e máximo, visto que as faixas de variações de menores e maiores concentrações de ácido gálico e ácido ferrúlico não foram muito elevadas entre os três componentes de mistura conforme pode ser observado na figura 4.3 (D) e (E).

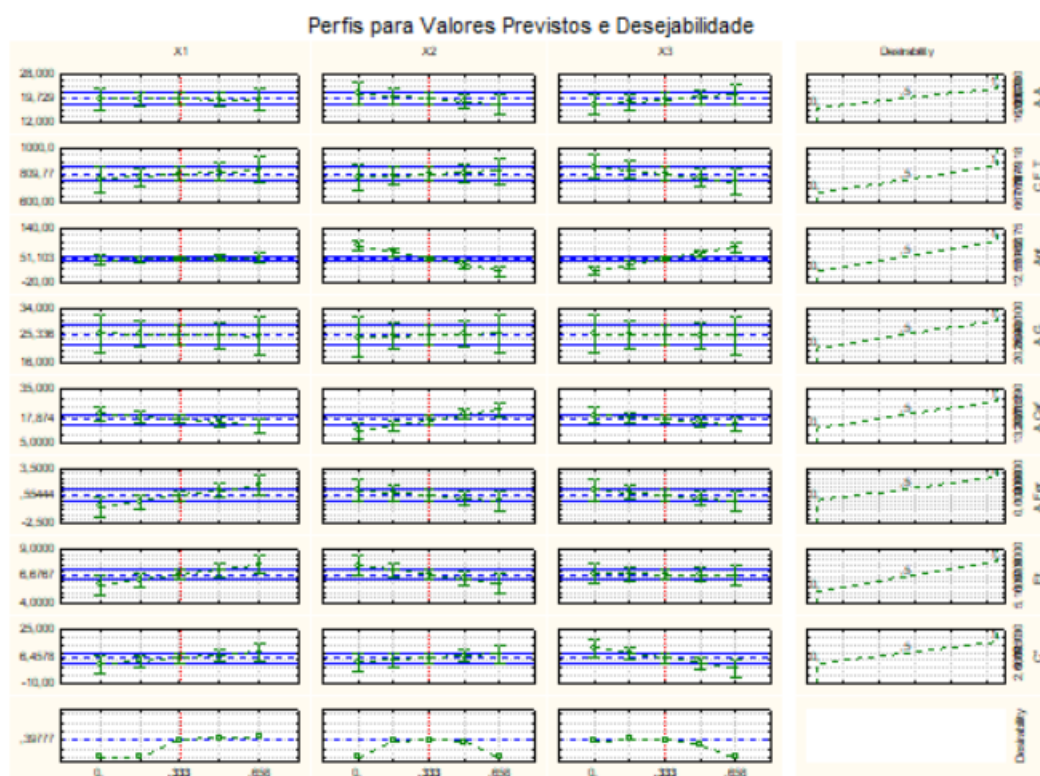
O percentual de etanol foi verificado na figura 4.3 (F) e quanto a área de mínimo observa-se que nas curvas de níveis relacionadas a valores mais baixos de etanol estão presentes a quantidades intermediárias e maiores de caldo de cana; quantidades intermediárias quanto a casca de abacaxi e em área de máximo houve destaque para gerar maiores percentuais de etanol na influência maior de casca de uva em proporções intermediárias e maiores e menores proporções de caldo de cana e casca de abacaxi.

O ácido cafeico, de acordo figura 4.3 (H), predomina em maiores concentrações em bebidas de menores proporções de casca de abacaxi, maiores concentrações de caldo de cana e maiores concentrações de casca de uva, porém também é possível verificar que houve maior influência do caldo de cana e casca de abacaxi entre os componentes da mistura nas maiores concentrações de ácido cafeico das bebidas avaliadas.

O teste de desejabilidade foi realizado utilizando os parâmetros de concentração de etanol, compostos bioativos e cromaticidade, após verificação de seus

modelos quadráticos e nível de significância de acordo observado na Tabela 4.7, visto que os atributos de bebida mais desejável foram realizados pela utilização do parâmetro de escala de nota de 0 a 1, sendo que quanto maior a concentração existente entre as características avaliadas, maior seria a pontuação atribuída ao delineamento de misturas e assim encontrou-se a proporção de mistura mais desejável para as bebidas alcoólicas fermentadas. Logo foi possível observar que o teste de desejabilidade obteve melhor resultado de 0,333 X1; 0,333 X2 e 0,333 X3 para bebida alcoólica fermentada referente as proporções de mistura equivalentes ao ponto central do delineamento, assim sendo a bebida mais desejável nos parâmetros analisados se referem a T2, T8 e T9 de acordo Figura 4.4.

As bebidas alcoólicas fermentadas com maior desejabilidade foram as que constam no ponto central do delineamento de mistura, assim sendo os tratamentos 2, 8 e 9, em relação aos compostos bioativos (% Atividade Antioxidante, compostos Fenólicos Totais, antocianinas, ácido gálico, ácido cafeico e ferrúlico), % etanol e cromaticidade (\*C) apresentaram maior desejabilidade. Após nova fermentação, para validação do modelo, se encontraram valores bastante próximos aos resultados estimados, tais como previsto na Tabela 4.8.



**Figura 4.4.** Diagrama gráfico da desejabilidade. Bebidas alcoólicas fermentadas com características físico-químicas em um produto com potencial comercial, em função das



condições de compostos bioativos (% Atividade Antioxidante (A.A), Compostos Fenólicos Totais (C.F.T), Antocianinas, Ácido Gálico, Ácido Cafeico, Ácido Ferrúlico), Etanol e Cromaticidade (\*C).

A validação da bebida mais desejável foi realizada, a partir da avaliação dos parâmetros mais desejáveis nos tratamentos referentes aos pontos centrais (T2, T8 e T9) e foi possível constatar que os resultados foram similares aos obtidos por estes tratamentos anteriormente em seu delineamento de mistura.

**Tabela 4.8.** Resultados para validação do teste de desejabilidade.

Tratamento	%A.A <sup>1</sup>	C.F.T <sup>2</sup>	Ant. <sup>3</sup>	A.G <sup>4</sup>	A.Caf. <sup>5</sup>	A.Fer. <sup>6</sup>	Etanol	C*
2	19,25 ± 0,09	850,49 ± 0,3	45,15 ± 0,19	20,65 ± 0,2	15,32 ± 0,1	0	6,56 ± 0,15	3,88 ± 0,08
8	19,38 ± 0,1	849,77 ± 0,2	45,89 ± 0,25	20,95 ± 0,1	15,65 ± 0,25	0	6,77 ± 0,3	3,65 ± 0,1
9	19,05 ± 0,2	851,55 ± 0,3	45,33 ± 0,4	20,85 ± 0,15	15,45 ± 0,3	0	6,98 ± 0,35	3,70 ± 0,27

1. %A. A.: Atividade Antioxidante; 2. C.F.T.: Compostos Fenólicos Totais; 3. Ant.: Antocianinas; 4. A. G.: Ácido Gálico; 5. A. Caf.: Ácido Cafeico; 6. A. Fer.: Ácido Ferrúlico.

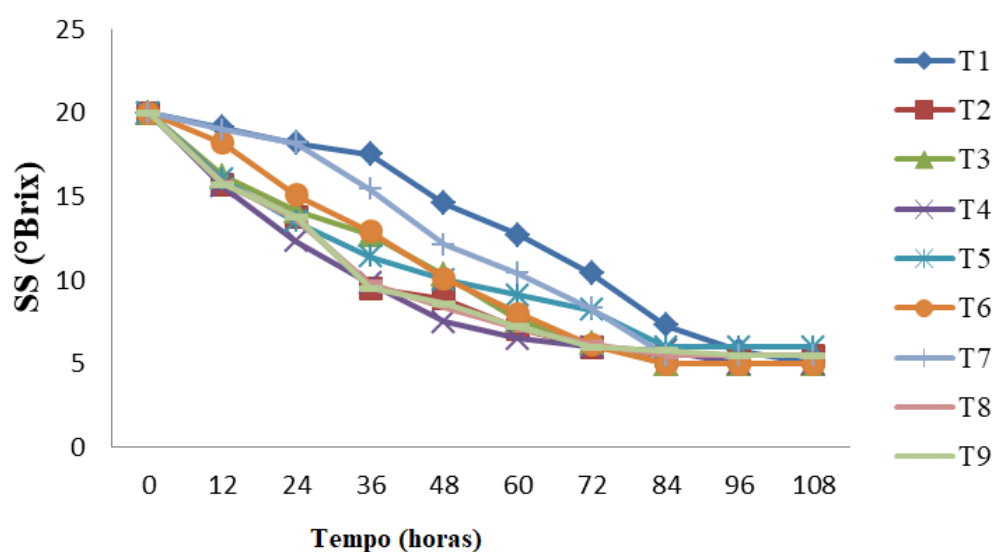
Foi possível verificar que as bebidas alcoólicas fermentadas obtidas a partir de condições intermediárias do delineamento de misturas geraram características interessantes ao consumo em termos de compostos bioativos e parâmetros físico-químicos satisfatórios para o tipo de bebida produzida, além de que as características de cinéticas de fermentação foram viáveis a utilização dos mostos e produção das bebidas realizadas.

#### 4.3. BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADAS DE DELINEAMENTO DE MISTURAS CONTENDO CASCA DE JABUTICABA, CASCA DE ABACAXI E CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR

De acordo Figura 4.5, o processo de fermentação para o mosto relacionado a T6 e T7, possui maior proporção de casca de jabuticaba e apesar do comportamento fermentativo ser próximo, observou-se que T6 obteve maior redução de sólidos solúveis no decorrer do processo fermentativo do que o encontrado em T7, isso ocorreu devido ao fato de que a casca de abacaxi auxiliou melhor no consumo de sólidos solúveis na proporção das misturas quando comparado a concentração de casca de abacaxi encontrada em mosto do T7. No geral, os mostos entre os diferentes tratamentos, obtiveram duração de 84 a 108 horas de fermentação, enquanto que literatura para vinho de abacaxi relata média de 86 horas para fermentação em Roda et al., 2017; porém

existem tipos de vinhos de frutas que dependendo da espécie de levedura utilizada para processo fermentativo, podem durar até 20 dias de fermentação (Jagtap et. al.; 2015).

No mosto correspondente a T1 obteve-se maiores concentrações de sólidos solúveis no decorrer do processo fermentativo quando comparado aos demais mostos e o mosto T4 possuiu menores concentrações de sólidos solúveis no decorrer do processo fermentativo quando comparado ao T1, sendo que a presença de caldo de cana em maior proporção nas misturas geraram menor velocidade do processo fermentativo do que as cascas de frutas geraram, sendo que a casca de abacaxi aumentou a velocidade de fermentação, visto que encontrou-se maior redução de sólidos solúveis em T4 do que em T1 e houve maior proporção de casca de abacaxi em T4 do que em T1. Já os mostos relacionados ao ponto central (T2, T8 e T9) obtiveram resultados de comportamento fermentativo similares, como já era esperado visto que se tratava de mesma proporção de mistura.



**Figura 4.5** – Processo fermentativo do delineamento de mosto a partir da casca de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana.

Quanto as análises físico-químicas das bebidas alcoólicas fermentadas, de acordo observado pela Tabela 4.9, a acidez total titulável de menor valor encontrado foi referente ao tratamento 4, sendo este 3,2 vezes menor do que o tratamento 6 que apresentou a maior concentração de acidez, enquanto que os resultados quantificados de ácido acético em análise cromatográfica demonstrou que as únicas bebidas que possuíram ácido acético foram o tratamento 3 e tratamento 5, já quanto ao ácido lático,

foi encontrado em maior quantidade em algumas bebidas do delineamento, sendo possível observar maiores quantidades de ácido láctico nos tratamentos 3 e 7. De acordo Naves et al. (2010), a acidez total de vinho de jabuticaba foi de 12,7 g/L e a concentração de ácido láctico menor do que em bebidas de T1, T3 e T5 do delineamento de mistura do presente trabalho, isso ocorreu devido ao fato de que as bebidas de cascas em diferentes proporções de misturas alteraram as concentrações de ácidos possíveis a serem encontrados.

Quanto ao teor de açúcares presentes nas bebidas alcoólicas fermentadas, verificou-se que foi encontrado maiores quantidade de glicose, do que sacarose e frutose e os açúcares redutores dos tratamentos foram baixos quando comparados a teores encontrados em vinho tinto (7,33 g/L), logo, pode se dizer que as bebidas obtiveram maior consumo de açúcares ao término da fermentação do que quando comparado com o vinho tinto (Oliveira et al., 2011 e Sousa et al., 2014).

**Tabela 4.9** – Análises físico-químicas das bebidas alcoólicas fermentadas (B.A.F).

Trat ame nto	Ac. <sup>1</sup>	A.R. <sup>2</sup>	Cor		Análises cromatográficas (g/L)				
			°H <sup>3</sup>	GLICER OL	GLICOSE	SAC <sup>4</sup>	FRUT <sup>5</sup>	ÁC.AC ÉT <sup>6</sup>	ÁC.LÁ T <sup>7</sup>
1	8,59 <sup>d</sup>	0,58 <sup>d</sup>	14,29 <sup>a</sup>	2,25 <sup>b</sup>	4,87 <sup>c</sup>	0,2 <sup>b</sup>	0,25 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	9,99 <sup>d</sup>
2	10,21 <sup>a</sup>	0,92 <sup>b</sup>	19,3 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
3	11,41 <sup>e</sup>	0,49 <sup>ad</sup>	16,02 <sup>b</sup>	2,29 <sup>b</sup>	8,87 <sup>d</sup>	1,51 <sup>c</sup>	7 <sup>c</sup>	4,01 <sup>c</sup>	13,42 <sup>e</sup>
4	5,1 <sup>b</sup>	0,23 <sup>c</sup>	45,96 <sup>f</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
5	6,23 <sup>c</sup>	0,17 <sup>c</sup>	27,17 <sup>e</sup>	1,61 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,93 <sup>b</sup>	2,69 <sup>b</sup>	4,88 <sup>b</sup>
6	16,63 <sup>h</sup>	0,4 <sup>a</sup>	16,09 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
7	13,21 <sup>g</sup>	0,46 <sup>a</sup>	14,15 <sup>a</sup>	1,93 <sup>d</sup>	4,74 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0,4 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	9,92 <sup>c</sup>
8	11,6 <sup>f</sup>	0,94 <sup>b</sup>	18,42 <sup>d</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
9	10,21 <sup>a</sup>	0,9 <sup>b</sup>	19,3 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>

1. Ac. – Acidez titulável (mEq.g.L-1); 2. A.R. – Açúcares Redutores (g.L-1); Análise de cor:  
3. °H – ângulo Hue; Análises cromatográficas: 4. Sac. – Sacarose; 5. Frut. – Frutose; 6. Ác. Acét. – Ácido acético; 7. Ác.lát. – Ácido láctico.

Verificou-se que a tonalidade de cor das bebidas, ocorreu na cor vermelho púrpura e vermelhor, sendo que a coloração vermelho púrpura ocorreu para bebidas a partir do tratamento 7 e tratamento 1, que se tratam de bebidas de com maiores teores de casca de jabuticaba, porém também foi encontrado nos pontos centrais (T2, T8 e T9) tonalidades de vermelho intenso devido a quantidade casca de jabuticaba utilizada, sendo que a tonalidade de vinho tinto da literatura é para vermelho mais claro, encontrado em média no valor de 25,27. (Oliveira et al., 2011; Chitarra & Chitarra, 2005).

De acordo Tabela 4.10, a bebida que apresentou maior teor alcoólico foi referente ao tratamento 4, sendo que a mesma possuiu maior teor de caldo de cana e casca de abacaxi em sua mistura, logo, se tratou de uma mistura mais favorável ao teor alcoólico encontrado, porém a casca de jabuticaba não reduziu muito o teor alcoólico das bebidas, visto que bebidas do ponto central contendo as mesmas proporções de itens em sua mistura, possuíram concentração alcoólica próxima ao maior valor encontrado e segundo OIV (2010), todas as bebidas obtiveram resultados satisfatórios.

Os vinhos de jabuticaba por literatura possuem 30,1 mg/L de ácido gálico, 689,9 mg/L de compostos fenólicos e 7 mg/L de antocianinas, logo quando comparado a tabela 4.10 do presente trabalho, verificou-se que as bebidas avaliadas possuíram maior concentração de ácido gálico, obtendo no tratamento 3 a maior concentração (1,57 vezes maior do que em vinho de jabuticaba), já quanto aos compostos fenólicos, o tratamento 7 obteve maior concentração e maior do que em vinho de jabuticaba (possuindo 89,67 mg/L a mais de concentração destes compostos) e quanto ao teor de antocianinas, a maioria dos tratamentos obtiveram resultados superiores ao encontrado no vinho de jabuticaba, sendo que a bebida relacionada ao tratamento 7 obteve concentração 4,47 vezes maior de antocianinas do que no vinho de jabuticaba (MARTINS DE SA et al., 2014).

As bebidas referentes ao tratamento 7 e tratamento 6 possuíram maiores concentrações de teor de antioxidantes quando comparado aos demais tratamentos, devido ao maior teor de casca de jabuticaba neste tipo de bebidas. Já quanto a quantificação de ácido cafeico e ácido ferrúlico, houve maiores concentrações de ácido ferrúlico nas bebidas referentes aos pontos centrais e maior concentração de ácido cafeico no tratamento 6 devido a interação entre maiores proporções de mistura de casca de jabuticaba e casca de abacaxi neste tipo de bebida, ou seja, tais bebidas obtiveram maiores valores nutritivos quanto a esses tipos de compostos bioativos. Segundo Batista et al. (2017), a casca de jabuticaba na mesma espécie do presente trabalho apresentou em torno de 8,66g/100g de pectina total, 1113, mg/100g de cianidina 3-glicosídeo na casca e 710,10 mg/100g de ácido elágico.

De acordo a Tabela 4.10, tem-se os resultados de chroma (C\*) que define segundo Chitarra e Chitarra (2005) como a intensidade de cor das bebidas alcoólicas fermentadas do delineamento de mistura, sendo que cores com baixo valor de saturação são denominadas pálidas, enquanto as bebidas com elevado valor de croma são

chamadas saturadas (cores mais puras), logo é possível verificar que obteve-se cores mais puras nas bebidas referentes aos tratamentos 4, 5 e os pontos centrais (T2, T8 e T9).

A casca de jabuticaba é muito rica em diversos flavonoides, sendo que estudo realizado por Neves et al. (2018) verificou um total de quarenta e nove compostos, a maioria destes compostos foram designados em extratos das cascas de jabuticaba em diferentes espécies, sendo que compreendiam dezessete flavonóis derivados da quercetina, três flavonóis derivados de miricetina, dezoito derivados de ácido elágico e onze derivados do ácido 3-o-metilcelágico, sendo assim, sabe-se que a casca de jabuticaba possui alta quantidade de flavonoides que podem ser aproveitados na produção dos delineamentos de misturas das bebidas alcoólicas fermentadas do presente trabalho.

Quanto a Figura 4.6 (B), verificou-se que a formação de compostos fenólicos totais ocorreram quando houve menos caldo de cana com exceção do tratamento 1, mais casca de jabuticaba e mais casca de abacaxi na bebida alcoólica fermentada, como também é possível verificar pela Tabela 4.10 que as bebidas referentes aos tratamentos 1, 6 e 7 obtiveram maiores concentrações de compostos fenólicos, sendo que possui nestes maiores concentrações e também quantidade intermediária de cascas de jabuticaba na composição das misturas.

Já quanto a Figura 4.6 (C) e Tabela 4.10, verificou-se que até maiores quantidades de casca de jabuticaba na formação de maiores concentrações de antocianinas e menor influência da casca de abacaxi e caldo de cana no aumento deste composto bioativo, foi possível encontrar maiores concentrações de antocianinas nas bebidas alcoólicas fermentadas avaliadas. Referente ao teor de ácido gálico, já é possível observar que houve influência dos três tipos de itens de misturas no aumento da concentração e com maior influência entre as maiores proporções de casca de jabuticaba e casca de abacaxi na formação das bebidas em seu respectivo delineamento de misturas.

**Tabela 4.10.** Resultados dos experimentos (tratamentos) quanto a compostos bioativos, teor alcoólico e cromaticidade

Exp.	Níveis reais			Níveis codificados			Resultados							
	C.C c1*	C.A c2*	C.U c3*	C.C (X1)	C.A (X2)	C.J (X3)	%A.A <sup>1</sup>	C.F.T <sup>2</sup>	Ant <sup>3</sup> (mg/L)	A.G <sup>4</sup>	A.CAF <sup>5</sup>	A.FER <sup>6</sup>	ET <sup>7</sup>	Cor: C*
1	0,6	0,06	0,34	0,658	0	0,341	94,64	615,25	7,76	55,93	12,91	3,26	7,59	4,16
2	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	92,78	477,96	9,6	23,42	16,49	4,82	7,85	13,87
3	0,06	0,6	0,34	0	0,658	0,341	77,7	496,6	4,87	47,37	11,32	2,1	5,87	4,3
4	0,6	0,34	0,06	0,658	0,341	0	32,44	490,13	3,23	36,61	17,54	2	8,1	26,46
5	0,34	0,6	0,06	0,341	0,658	0	10,87	521,48	1,78	44,3	43,54	2,56	6,52	14,17
6	0,06	0,34	0,6	0	0,341	0,658	94,73	539,88	20,62	63,89	55,59	2,78	6,2	5,18
7	0,34	0,06	0,6	0,341	0	0,658	96,11	600,23	31,31	59,48	41,55	2,37	7,53	1,42
8	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	92,85	456,78	9,02	25,9	17,8	5,33	7,65	14,85
9	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	93,01	459,32	9,55	24,9	17,01	5,45	7,77	13,87

1. %A.A - % Atividade Antioxidante; 2. C.F.T. – Compostos Fenólicos Totais; 3. Ant. – Antocianinas; 4. A.G.- Ácido Gálico; 5. A. CAF. – Ácido Cafeico; 6. A. FER. – Ácido Ferrúlico; 7. ET. – Etanol; C.C.: caldo de cana; C.A: casca de abacaxi; C. J.: Casca de jabuticaba; c1\*: concentração de nível real 1; c2\*: concentração de nível real 2; c3\*: concentração de nível real 3; X1: nível codificado 1; X2: nível codificado 2; X3: nível codificado 3.

Os modelos quadráticos dos compostos bioativos foram apresentados na Tabela 4.11 onde foi possível verificar que todos apresentaram grau de significância menor que 0,05 e a partir da Figura 4.6, observou-se influência dos componentes de mistura nas concentrações dos compostos bioativos encontrados, sendo que de acordo Figura 4.6 (A), verificou-se que quanto maior a quantidade de casca de jabuticaba presente nas bebidas, maior o percentual de atividade antioxidante, ou seja, entre os processos de misturas, observa-se grande influência da casca de jabuticaba na formação de atividade antioxidante, ao passo que também foi possível encontrar maior percentual de atividade antioxidante em proporções maiores e intermediárias dessas cascas, como nas bebidas relacionadas ao ponto central (T2, T8 e T9).

**Tabela 4.11.** Modelos quadráticos de compostos bioativos, etanol e cromaticidade encontrados nas bebidas alcoólicas fermentadas.

	Modelos ajustados	R2	R2 ajst	p	falta de ajuste
% A.A	$y=36,78x_1-24,87x_2+35,11x_3+69,81x_1x_2+264,32x_1x_3+360,71x_2x_3$	0,99	0,99	0,0001	0,002
C.F.T	$y=690,96x_1+695,59x_2+737,81x_3-833,84x_1x_2-474,34x_1x_3-882,71x_2x_3$	0,94	0,84	0,05	0,087
Antocianinas	$y=-12,73x_1^{ns}-2,35x_2^{ns}+51,76x_3+41,10x_1x_2^{ns}-56,80x_2x_3$	0,97	0,93	0,003	0,008
Ácido Gálico	$y=94,41x_1+96,94x_2+127,30x_3-245,63x_1x_2-236,42x_1x_3-251,28x_2x_3$	0,96	0,90	0,02	0,02
Ácido Ferrúlico	$y=-2,71x_1^{ns}-3,18x_2^{ns}-3,28x_3^{ns}+23,23x_1x_2+25,84x_1x_3+25,23x_2x_3$	0,94	0,83	0,05	0,12
Etanol	$y=7,87x_1+4,67x_2+7,61x_3+5,89x_1x_2^{ns}$	0,80	0,70	0,03	0,03
C* Ácido Cafeico	$y=11,65x_1-14,99x_2^{ns}-6,1x_3^{ns}+95,74x_1x_2+65,92x_2x_3$	0,97	0,93	0,003	0,04
	$y=11,47x_1+49,68x_2+135,44x_3-198,71x_1x_3-255,98x_2x_3$	0,85	0,70	0,05	0,003

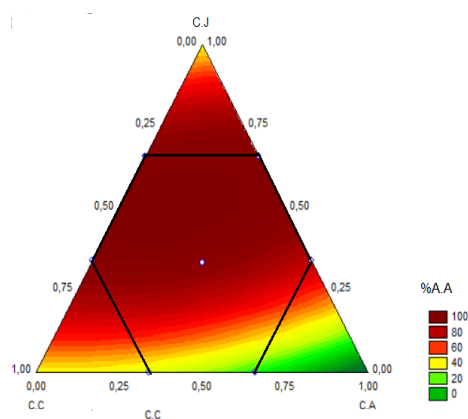
O ácido ferrúlico apresentou-se em maiores concentrações quanto mais próximo das proporções intermediárias obtiveram os componentes da mistura, sendo possível verificar pela Figura 4.6 (E) e Tabela 4.10 que as bebidas pertencentes aos pontos centrais (T2, T8 e T9) obtiveram maiores teores para ácido ferrúlico, visto que há estudos que comprovam que este tipo de ácido orgânico possui excelente potencial antioxidante em baixas concentrações, com a capacidade para sequestrar uma série de radicais livres testados e com isso já há a liberação de uso do mesmo como aditivo alimentar em alguns países para evitar a oxidação (PIAZZON et al., 2010; ITAGAKI et al., 2009 e STEFANELLO et al., 2014).

De acordo Figura 4.6 (F) é possível perceber maior influência do caldo de cana e da casca de jabuticaba nas maiores concentrações de etanol das bebidas alcoólicas fermentadas, enquanto que a casca de abacaxi exerceu menor influência no teor alcoólico para maiores concentrações de etanol, além de que verifica-se pela Tabela 4.10 que os maiores teores de etanol são provenientes dos pontos centrais (T2, T8 e T9) e das bebidas com maior quantidade de caldo de cana (T1 e T4), resultado ocorrido devido as características de teor alcoólico em bebidas a base de caldo de cana, sendo que legislações permitem verificar que o vinho de caldo de cana apresente maiores percentuais do que os fermentados de frutas e cascas de frutas, sendo previsto em legislação que fermentado de caldo de cana apresenta até 14% de etanol (BRASIL, 2009).

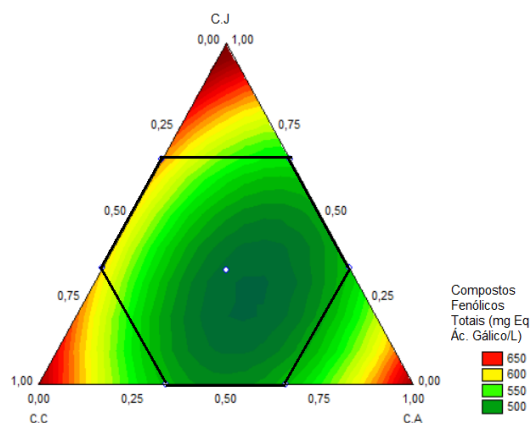
Quanto a cromaticidade, observou-se pela Figura 4.6 (G) que as misturas que obtiveram concentrações maiores foram a partir de maiores proporções de caldo de cana e casca de abacaxi em mesma bebida, como também no ponto central, sendo que estas misturas ocasionaram em bebidas mais puras (com maior saturação).

De acordo Figura 4.6 (D), verifica-se que o ácido gálico obteve-se em menores concentrações quanto mais próximo a condições intermediárias dos três componentes de mistura e quanto mais distante das condições intermediária entre os componentes (casca de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana), maiores foram as concentrações de ácido gálico, sendo este um ácido orgânico importante nas entre os compostos fenólicos; logo 'pode-se dizer que o ácido gálico apresentou menores resultados nos pontos centrais (T2, T8 e T9).

A) % Atividade Antioxidante (A.A)

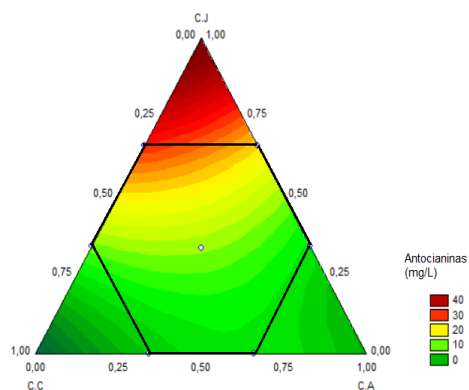


B) C. F. T (Compostos Fenólicos Totais)

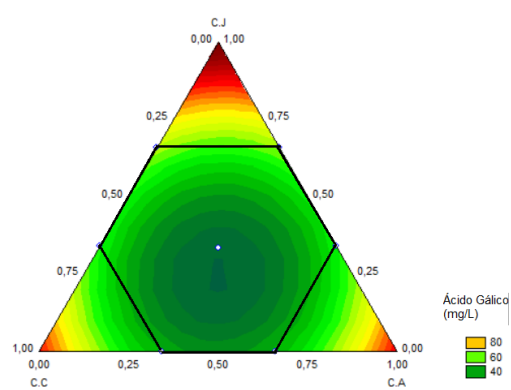




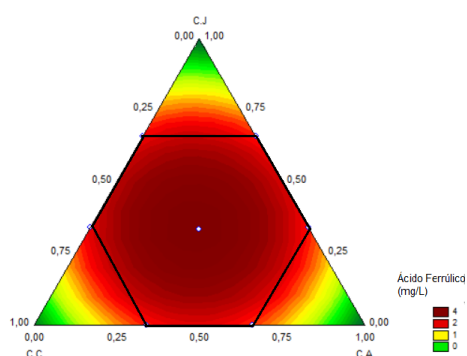
C) Antocianinas



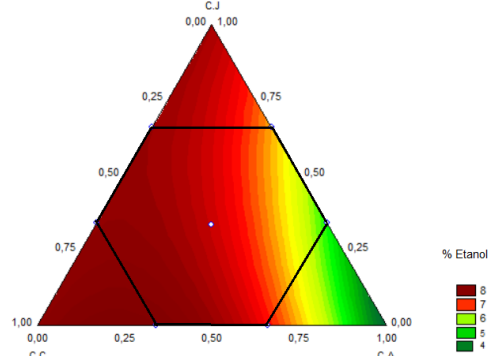
D) Ácido Gálico



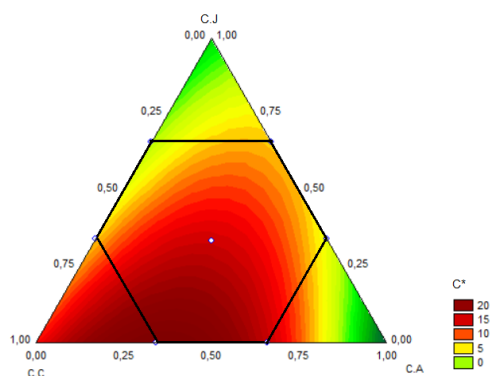
E) Ácido Ferrúlico



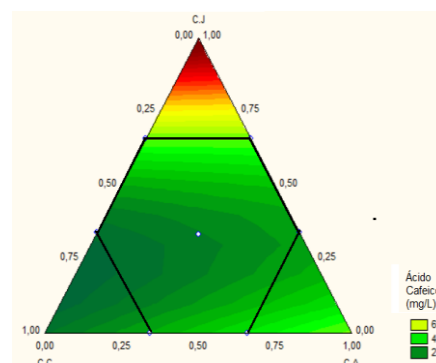
F) Etanol



G) Croma (C\*)

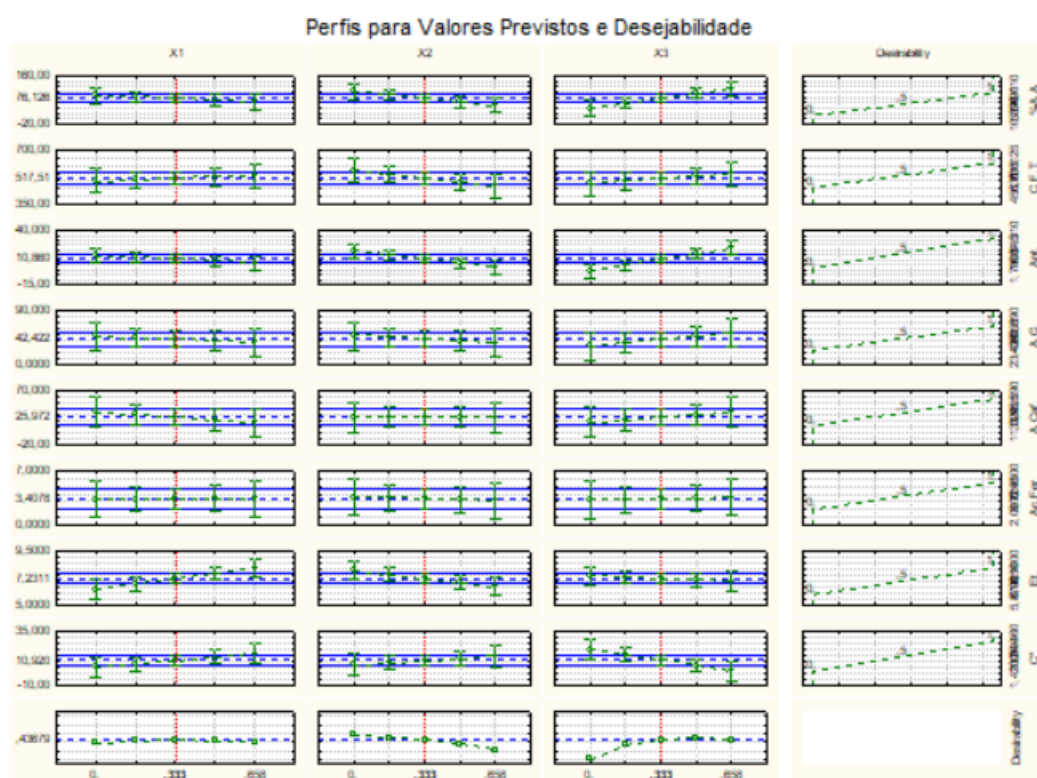


H) Ácido Cafeico



**Figura 4.6** (A) % Atividade Antioxidante; (B) Compostos Fenólicos Totais (mg Eq Ác. Gálico.L<sup>-1</sup>); (C) Antocianinas (mg/L); (D) Ácido Gálico (mg/L); (E) Ácido Ferrúlico (mg/L); (F) Etanol (%); (G) Cromaticidade (\*C); (H) Ácido Cafeico (mg/L)

De acordo a Figura 4.7, observou-se que as bebidas alcoólicas fermentadas que obtiveram maior desejabilidade quanto aos parâmetros de concentrações de compostos bioativos, etanol e cromaticidade, foram as bebidas referentes ao ponto central (T2, T8 e T9) sendo que nestas bebidas houve as mesmas proporções de cada componente da mistura, pois tanto caldo de cana (X1), casca de abacaxi (X2) como casca de jabuticaba (X3) obtiveram a mesma quantidade (0,333), após verificação de seus modelos quadráticos e nível de significância de acordo observado na Tabela 4.11, visto que os atributos de bebida mais desejável foram realizados pela utilização do parâmetro de escala de nota de 0 a 1, sendo que quanto maior a concentração existente entre as características avaliadas, maior foi a pontuação atribuída ao delineamento de misturas para a obtenção da bebida mais desejável.



**Figura 4.7** – Diagrama gráfico da desejabilidade. Bebidas alcoólicas fermentadas de casca de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana com características físico-químicas em um produto com potencial comercial, em função das condições de compostos bioativos (% Atividade Antioxidante (A.A), Compostos Fenólicos Totais (C.F.T), Antocianinas, Ácido Gálico, Ácido Cafeico, Ácido Ferrúlico), Etanol e Cromaticidade (\*C).

Após nova fermentação, para validação do modelo, encontraram-se valores próximos aos resultados estimados, tais como previstos na Tabela 4.12.

As bebidas alcoólicas fermentadas obtidas pelo delineamento de mistura em diferentes proporções de cascas de jabuticaba, casca de abacaxi e caldo de cana possuiu

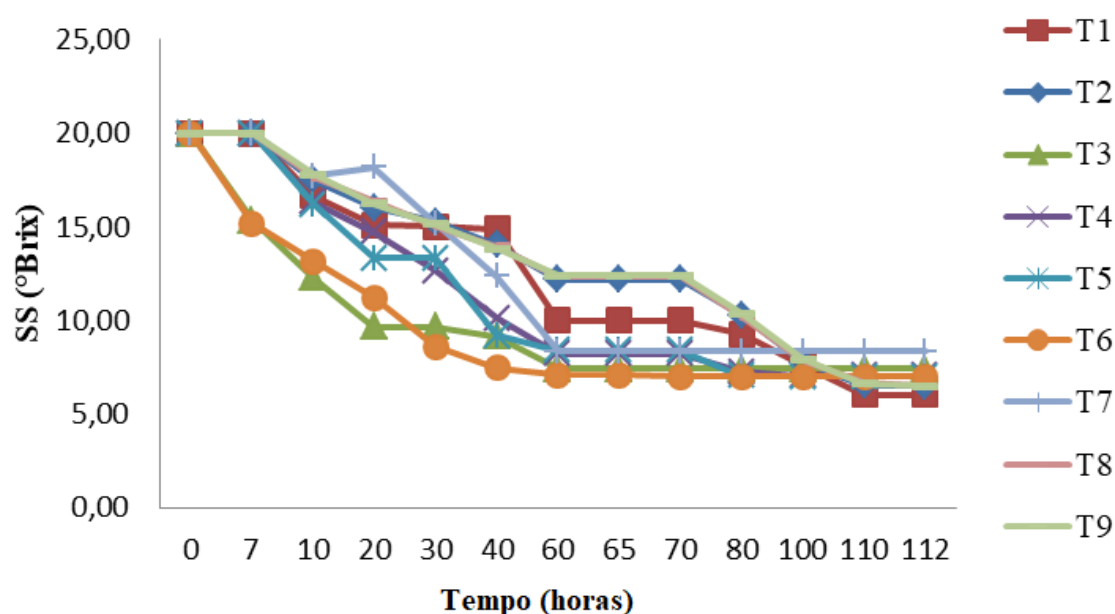
melhores características físico-químicas nas bebidas relacionadas aos pontos centrais e de forma geral, entre quantidades intermediárias e maiores de jabuticaba entre os componentes de mistura, obteve melhores características compostos bioativos. Quanto aos demais parâmetros físico-químicos avaliados entre os tratamentos, verificou-se características satisfatórias para que ocorra o desenvolvimento destes tipos de bebidas.

**Tabela 4.12.** Resultados para validação do teste de desejabilidade das bebidas alcoólicas fermentadas a partir de caldo de cana, casca de abacaxi e casca de jabuticaba.

Tratamento	%A.A	C.F.T	Ant.	A.G	A.Caf.	A.Fer.	Etanol	C*
2	92,90 ± 0,05	464,69 ± 0,2	9,55 ± 0,2	24,5 ± 0,2	17,1 ± 0,2	4,95 ± 0,1	7,85 ± 0,3	14,02 ± 0,1
8	93,18 ± 0,1	470,45 ± 0,3	9,6 ± 0,3	25,2 ± 0,3	16,89 ± 0,1	5,1 ± 0,15	7,7 ± 0,15	13,95 ± 0,15
9	93,01 ± 0,08	466,75 ± 0,1	9,5 ± 0,1	25,9 ± 0,1	17,25 ± 0,09	5,25 ± 0,3	7,98 ± 0,2	14,11 ± 0,3

#### 4.4. BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADAS DE DELINEAMENTO DE MISTURAS CONTENDO CASCA DE MIRTILO, CASCA DE ABACAXI E CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR

De acordo figura 4.8, o processo fermentativo entre os diferentes tipos de mostos do delineamento de mistura ocorreu entre 80 a 112 horas. As maiores velocidades de fermentação ocorreram com o mosto relacionado ao tratamento 6 e tratamento 3, porém o T4 possuiu um término de fermentação de comportamento similar, apesar de possuir menor velocidade de fermentação, fato ocorrido pela proporção encontrada de casca de abacaxi os 3 tratamentos avaliados, visto que este componente da mistura auxiliou ao término de fermentação de forma similar.



**Figura 4.8** – Processo fermentativo do delineamento de mosto a partir da casca de mirtilo, casca de abacaxi e caldo de cana.

Os mostos referentes aos pontos centrais T2, T8 e T9 tiveram redução de sólidos solúveis de forma mais demorada do que a maioria dos demais mostos, porém ainda dentro do tempo esperado para fermentado alcoólico (112 horas), sendo que obtiveram proporções igualmente encontradas entre os três itens de mistura (caldo de cana, casca de abacaxi e casca de mirtilo), assim a interação entre os componentes tornou o processo fermentativo um pouco mais lento do que aqueles mostos que haviam em sua mistura proporção maior ou acima do intermediário de casca de abacaxi, visto que a casca de abacaxi possui característica de acidez e açúcares que facilitam o processo fermentativo (Amorim et al., 2018).

De acordo Tabela 4.13 quanto a análises físico-químicas das bebidas alcoólicas fermentadas, quanto ao teor de acidez, verificou-se que a acidez total titulável e ácido acético por cromatografia obtiveram maior concentração entre o delineamento de mistura foi referente a bebida do tratamento 3, enquanto que o teor de ácido láctico por cromatografia em maior concentração ocorreu no tratamento 4; logo pode-se dizer que a casca de abacaxi entre os componentes de mistura tiveram maior influência na formação de ácido acético, já quanto ao ácido láctico, foi possível verificar que entre os componentes de mistura para formação das bebidas, ocorreu maior influência do caldo de cana junto a casca de abacaxi na concentração deste ácido encontrado.

**Tabela 4.13** – Análises físico-químicas das bebidas alcoólicas fermentadas (B.A.F).

Exp.	Ac. <sup>1</sup>	A.R. <sup>2</sup>	Cor		Análises cromatográficas			
			°H <sup>3</sup>	GLICEROL	GLICOSE	FRUT <sup>4</sup>	ÁC.ACÉ T <sup>5</sup>	ÁC.L ÁTIC <sup>6</sup>
1	3,42 <sup>c</sup>	1,07 <sup>b</sup>	17,21 <sup>c</sup>	0,85 <sup>b</sup>	1,15 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,21 <sup>c</sup>
2	4,08 <sup>ab</sup>	0,55 <sup>a</sup>	14,71 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
3	4,68 <sup>c</sup>	2,65 <sup>c</sup>	17,79 <sup>f</sup>	0,77 <sup>b</sup>	2,4 <sup>f</sup>	0,9 <sup>c</sup>	1,17 <sup>d</sup>	2,61 <sup>d</sup>
4	3,54 <sup>c</sup>	1,12 <sup>b</sup>	49,04 <sup>g</sup>	1,08 <sup>d</sup>	1,01 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	1,02 <sup>c</sup>	4,88 <sup>e</sup>
5	4,2 <sup>a</sup>	2,15 <sup>d</sup>	14,65 <sup>a</sup>	0,6 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
6	4,44 <sup>d</sup>	0,87 <sup>c</sup>	15,75 <sup>c</sup>	0,76 <sup>b</sup>	2,28 <sup>e</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,77 <sup>b</sup>	2,01 <sup>b</sup>
7	3,96 <sup>b</sup>	1 <sup>bc</sup>	14,65 <sup>a</sup>	1,34 <sup>e</sup>	1,77 <sup>d</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	2,03 <sup>b</sup>
8	4,08 <sup>ab</sup>	0,5 <sup>a</sup>	14,26 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
9	4,2 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	15,86 <sup>d</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>

1. Ac. – Acidez titulável (mEq.g.L-1); 2. A.R. – Açúcares Redutores (g.L-1); 3. °H – ângulo Hue; 4. Sac. – Sacarose; 4. Frut. – Frutose; 5. Ác. Acét. – Ácido acético; 6. Ác.lát. – Ácido láctico.

Segundo Souza et al. (2013), o glicerol contribui para a viscosidade e para o sabor adocicado de bebidas tais como o vinho, rum, suco de uva, com um efeito favorável ao sabor, sendo que a concentração satisfatória nestes produtos varia de 1 a 10 g/L e alterações desse valor indica alteração durante a produção dessas bebidas, com perda de qualidade no produto final, logo de acordo as baixas concentrações encontradas de glicerol na Tabela 4.13, foi possível verificar que não houve perda de qualidade no decorrer do delineamento de mistura das bebidas alcoólicas fermentadas, tornando assim os valores de glicerol dentro dos padrões de produto fermentado de boa qualidade. A formação de glicerol, o mais abundante dos compostos orgânicos secundários da fermentação, está acoplada à manutenção do equilíbrio redox celular, o qual é alterado quando da forma de ácidos orgânicos, biomassa e da presença de sulfito no mosto. A formação de glicerol também está relacionada a uma resposta ao estresse osmótico, quando há concentrações elevadas de açúcares ou de sais no mosto (LIMA et al., 2001).

Nenhuma bebida fermentada alcoólica do delineamento de misturas possuiu sacarose, porém de acordo a Tabela 4.13, as bebidas com maiores teores de glicose e frutose foram referentes respectivamente ao tratamento 6 e tratamento 3, sendo que esses tipos de açúcares não foram totalmente consumidos após o término da fermentação das cascas de mirtilo e cascas de abacaxi presentes nestes dois tratamentos.

Quanto a açúcares redutores, verificou-se que a bebida referente ao tratamento 3 possuiu maiores concentrações, sendo assim, este tipo de bebida possuiu açúcares que não foram convertidos em álcool e conferem sabor doce à bebida.

O ângulo hue ( $^{\circ}\text{H}$ ) da Tabela 4.13, se refere a tonalidade das amostras, sendo que as bebidas com características de coloração próxima ao aspecto de vinho, são as de menores tonalidades, pois as bebidas referentes ao ponto central (T2, T8 e T9), como também as bebidas referentes ao tratamento 5 e 7 obtiveram tonalidade vermelho púrpura, enquanto que as demais bebidas obtiveram tonalidade vermelha, com exceção da bebida de tratamento 4 que obteve tonalidade laranja avermelhado de acordo diagrama CIELAB adaptado por Chitarra & Chitarra (2005).

De acordo Tabela 4.14, as bebidas referentes ao ponto central (T2, T8 e T9) obtiveram melhores percentuais de atividade antioxidante, isso significa que a proporção intermediária das cascas de mirtilo e de abacaxi junto ao caldo de cana geraram influência positiva na concentração de atividade antioxidante, como também observado pela Figura 4.9 (A), que quanto mais próximo as condições intermediárias de componentes de misturas, maior se tornou a concentração de atividade antioxidante, sendo que há literaturas que relatam que cascas de abacaxi e cascas de mirtilo são ricos em capacidade antioxidante (Amorim et al., 2018 e Siddiq et al., 2018).

Os compostos fenólicos totais de mirtilo em pode gerar em média 11,22 mg/g de concentração e antocianinas em média de 4 mg/g (HE et al., 2016). Os compostos fenólicos totais foram encontrados em maior quantidade no tratamento 7, seguido do tratamento 6 de acordo a Tabela 4.14, assim verificando maior quantidade de casca de mirtilo entre esses dois tratamentos, sendo que na Figura 4.9 (B) observou-se que houve maior influência da casca de abacaxi em maiores e intermediárias concentrações para bebidas de maiores concentrações de compostos fenólicos totais, visto que há estudos que comprovam características importantes quanto a compostos fenólicos contidos em alimentos e bebidas com esse tipo de casca (INFANTE ET al., 2013).

Já quanto a concentração de ácido gálico, verificou-se que a proporção próximo ao intermediário de abacaxi influenciou diretamente nas maiores concentrações de ácido gálico gerado, como observado no tratamento 4 e tratamento 6 pela Tabela 4.14. Geralmente há nas cascas de abacaxi em torno de 10% a mais de ácido gálico do que encontra-se na polpa da fruta e em bebidas fermentadas também segue essa mesma

proporção, interferindo em maior concentração nas bebidas a partir das cascas (DIFONZO et al., 2019).

O ácido cafeico apresentou melhores resultados na interação intermediária entre os três componentes de mistura para as bebidas alcoólicas do delineamento, sendo possível verificar pela Tabela 4.14 e pela Figura 4.9 (E) que as maiores concentrações deste composto bioativo apresentaram melhores eficiências quanto mais próximo das condições intermediárias de proporções de cada uma das cascas e do caldo de cana.

Quanto ao ácido ferúlico, foi possível verificar na Tabela 4.14, que as bebidas referentes aos tratamentos que possuíram quantidades maiores e intermediárias de casca de abacaxi obteve maiores concentrações de ácido ferúlico. A partir da Figura 4.9 (F) verificou-se que as bebidas que continha além da quantidade intermediária dos três componentes de mistura, também quantidades intermediárias a maiores de casca de abacaxi e caldo de cana, apresentaram melhores concentrações deste ácido em questão.

Sobre o teor de antocianinas, observou-se tanto pela Tabela 4.14, como pela Figura 4.9 (C) que quanto mais próximo de proporções intermediárias entre os três componentes da mistura, maior foi a concentração de antocianina nas bebidas, sendo que as bebidas referentes aos pontos centrais obtiveram maior teor de antocianinas. Sabe-se que as antocianinas têm sido amplamente utilizadas em alimentos, pigmentos naturais, entre outras finalidades e podem sofrer maior instabilidade de acordo condições térmicas e ambientais (CAI et al.; 2019 e CASSIDY, 2016).

O ácido gálico sofreu maior influência em gerar maiores concentrações por maior faixa de variação do caldo de cana e da casca de abacaxi em maiores concentrações, enquanto que houve menores concentrações de ácido gálico próximo as condições intermediárias entre os componentes de mistura, logo quanto mais próximo aos pontos centrais (T2, T8 e T9), menores foram os resultados de ácido gálico. Bebidas alcoólicas fermentadas contendo casca de abacaxi apresenta concentrações de ácido orgânico importantes entre compostos bioativos de acordo Amorim et al. (2018).

**Tabela 4.14.** Resultados dos experimentos (tratamentos) quanto a compostos bioativos, teor alcoólico e cromaticidade

Exp.	Níveis reais			Níveis codificados			Resultados							
	C.C c1*	C.A c2*	C.M c3*	C.C (X1)	C.A (X2)	C.M (X3)	%A.A	C.F.T	Ant (mg/L)	A.G	A.CAF	A.FER	ET	Cor: C*
1	0,6	0,06	0,34	0,658	0	0,341	15,35	501,69	6,98	38,87	15,88	6,08	8,1	15,15
2	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	38,77	603,54	43,97	25,01	22,15	8,41	7,1	0,84
3	0,06	0,6	0,34	0	0,658	0,341	16,12	635,59	3,31	25,43	11,24	7,21	7,02	13,95
4	0,6	0,34	0,06	0,658	0,341	0	11,67	430,5	4,2	55,07	11,4	10,28	7,85	20,32
5	0,34	0,6	0,06	0,341	0,658	0	26,68	699,99	2,98	33,97	11,39	11,63	5,34	14,56
6	0,06	0,34	0,6	0	0,341	0,658	23,02	725,41	7,71	43,04	10,96	7,55	6,78	0,27
7	0,34	0,06	0,6	0,341	0	0,658	24,61	805,07	16,15	22,79	20,27	6,12	7,45	5,9
8	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	38,9	605,45	44,53	29,6	22,13	8,94	7,15	0,84
9	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	38,85	601,33	43,58	21,59	22,93	8,72	7,2	0,91

1. %A.A - % Atividade Antioxidante; 2. C.F.T. – Compostos Fenólicos Totais; 3. Ant. – Antocianinas; 4. A.G.- Ácido Gálico; 5. A. CAF. – Ácido Cafeico; 6. A. FER. – Ácido Ferrúlico; 7. ET. – Etanol; C.C.: caldo de cana; C.A: casca de abacaxi; C. M.: Casca de mirtilo; c1\*: concentração de nível real 1; c2\*: concentração de nível real 2; c3\*: concentração de nível real 3; X1: nível codificado 1; X2: nível codificado 2; X3: nível codificado 3.



**Tabela 4.15.** Modelos quadráticos de compostos bioativos, etanol e cromaticidade encontrados nas bebidas alcoólicas fermentadas.

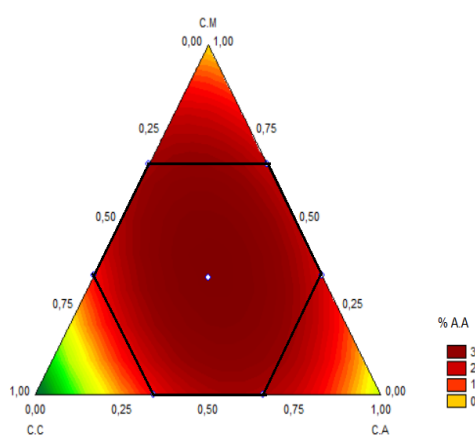
	Modelos ajustados	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajst	p	falta de ajuste
	$y = -45,84x_1 - 11,82x_2^{ns} -$				
% A.A	$3,37x_3^{ns} + 213,52x_1x_2 + 198,29x_1x_3 + 120,83x_2x_3$	0,97	0,92	0,02	0,0002
C.F.T	$y = 186,40x_1 + 952,19x_2 + 1139,60x_3 - 1565,80x_2x_3$	0,98	0,96	0,0002	0,005
	$y = -78,4x_1 - 75,97x_2 -$				
Antocianinas	$55,81x_3 + 359,30x_1x_2 + 349,94x_1x_3 + 317,57x_2x_3$	0,99	0,99	0,0003	0,04
Ácido Gálico	$y = 84,39x_1 + 4,51x_2^{ns} + 59,90x_3 - 192,88x_1x_3$	0,88	0,81	0,009	0,38
Ácido	$y = -9,48x_1^{ns} - 4,59x_2^{ns} -$				
Cafeico	$0,56x_3^{ns} + 81,97x_1x_2 + 102,71x_1x_3 + 60,83x_2x_3$	0,98	0,95	0,008	0,05
Ácido					
Ferrúlico	$y = 5,25x_1 + 7,80x_2 + 6,87x_3 + 19,36x_1x_2$	0,97	0,96	0,0002	0,31
Etanol	$y = 9,41x_1 + 3,76x_2 + 5,91x_3 + 8,64x_2x_3$	0,81	0,70	0,03	0,008
	$y = 49,90x_1 + 42,45x_2 + 10,04x_3^{ns} - 127,80x_1x_2 - 86,48x_1x_3 -$				
C*	$85,11x_2x_3$	0,96	0,91	0,02	0,0001

O teor de etanol entre as bebidas referentes ao delineamento de misturas foi satisfatório, visto que estiveram dentro do previsto para legislações pertinentes a bebidas fermentadas alcoólicas, sendo que o caldo de cana e a casca de mirtilo entre os itens da mistura auxiliaram no teor alcoólico final encontrado, sendo que a levedura *Sacharomyces Cerevisae* melhora a eficiência de produção total de etanol a partir destes componente misturas encontrados nas bebidas, sendo que de acordo literatura, é possível encontrar média de 15% de etanol no fermentado contendo apenas caldo cana (Pulingundla et al.; 2019).

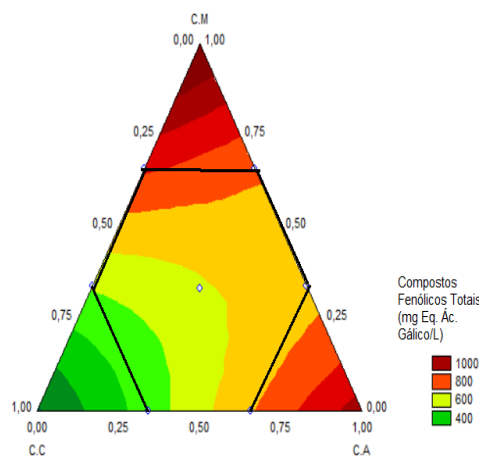
De acordo observado na Figura 4.9 (G), o etanol apresentou maior influência de casca de mirtilo nos maiores resultados das bebidas alcoólicas fermentadas avaliadas (maior faixa de variação entre os maiores resultados) quando comparado aos casca de abacaxi. Já os menores resultados de etanol das bebidas verificadas foram referentes a influência de caldo de cana e casca de abacaxi.

Quanto a cromaticidade, verificou-se que houve maior saturação encontrada nas bebida referente ao tratamento 4, sendo que esta foi relacionada a maior teor de caldo de cana e casca de abacaxi, isso ocorreu devido as colorações caracterísitcas destes dois componentes de misturas serem próximas, logo gerou uma bebida mais pura (mais saturada) de acordo Chitarra & Chitarra (2005).

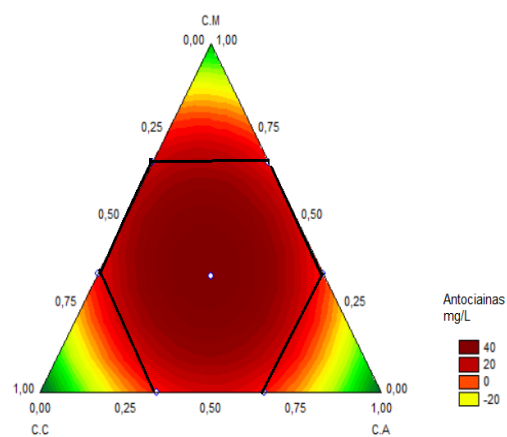
A) %A.A



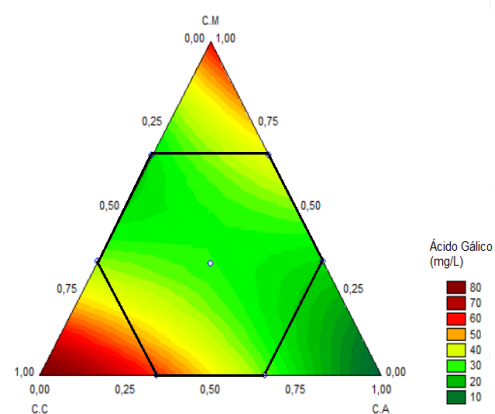
B) C. F. T



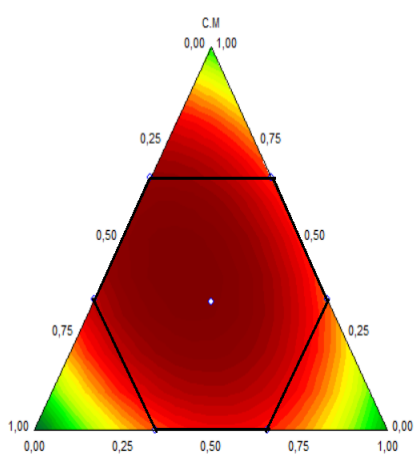
C) Antocianinas



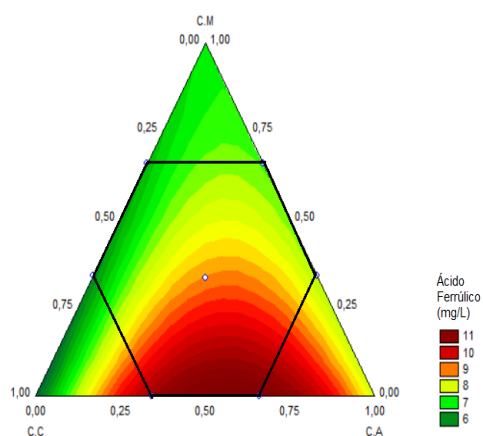
D) Ácido Gálico (A. G)



E) Ácido Cafeico

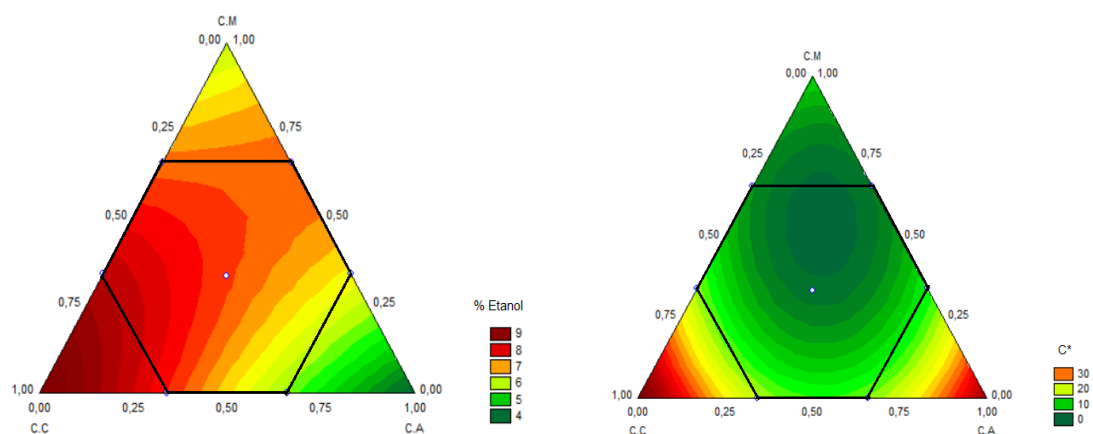


F) Ácido Ferúlico

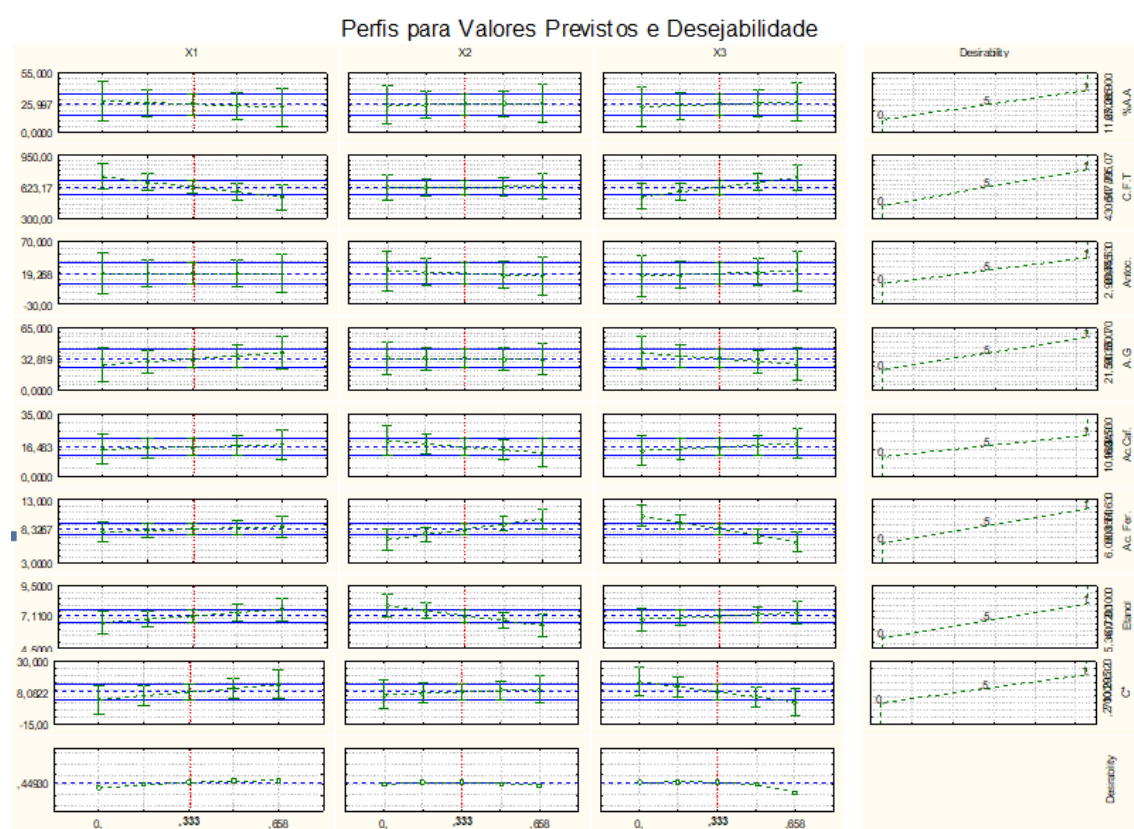


G) Etanol

H) Croma (C\*)



**Figura 4.9.** (A) % Atividade Antioxidante; (B) Compostos Fenólicos Totais (mg Eq Ác. Gálico.L<sup>-1</sup>); (C) Antocianinas (mg/L); (D) Ácido Gálico (mg/L); (E) Ácido Cafeico; (F) Ácido Ferrúlico (mg/L); (G) Etanol (%); (H) Cromaticidade (\*C) para delineamento de mistura contendo casca de mirtilo, casca de abacaxi e caldo de cana



**Figura 4.10.** Diagrama gráfico da desejabilidade. Bebidas alcoólicas fermentadas de casca de mirtilo, casca de abacaxi e caldo de cana com características físico-químicas em um produto com potencial comercial, em função das condições de compostos bioativos (% Atividade Antioxidante (A.A), Compostos Fenólicos Totais (C.F.T), Antocianinas, Ácido Gálico, Ácido Cafeico, Ácido Ferrúlico), Etanol e Cromaticidade (\*C).

De acordo a Figura 4.10, observou-se que as bebidas alcoólicas fermentadas que obtiveram maior desejabilidade quanto aos parâmetros de concentrações de compostos bioativos, etanol e cromaticidade, foram as bebidas referentes ao ponto central (T2, T8 e T9) sendo que nestas bebidas houve as mesmas proporções de cada componente da mistura, pois tanto caldo de cana (X1), casca de abacaxi (X2) como casca de mirtilo (X3) obtiveram a mesma quantidade (0,333), após verificação de seus modelos quadráticos e nível de significância de acordo observado na Tabela 4.15, visto que os atributos de bebida mais desejável foram realizados pela utilização do parâmetro de escala de nota de 0 a 1, sendo que quanto maior a concentração existente entre as características avaliadas, maior foi a pontuação atribuída ao delineamento de misturas para a obtenção da bebida mais desejável.

Após nova fermentação, para validação do modelo, encontraram-se valores próximos aos resultados estimados, tais como previstos na Tabela 4.16.

**Tabela 4.16.** Resultados para validação do teste de desejabilidade das bebidas alcoólicas fermentadas a partir de caldo de cana, casca de abacaxi e casca de mirtilo.

Tratamento	%A.A	C.F.T	Ant.	A.G	A.Caf.	A.Fer.	Etanol	C*
2	38,80± 0,05	603,40± 0,2	43,90± 0,2	25,04± 0,15	22,03± 0,15	8,33± 0,15	7,1± 0,23	0,85 ± 0,15
8	38,95± 0,1	605 ± 0,25	44,91 ± 0,1	24,2 ± 0,3	22,80 ± 0,1	8,56 ± 0,28	7,25 ± 0,3	0,88 ± 0,2
9	38,90 ± 0,2	602,20 ± 0,18	43,70± 0,25	25,9 ± 0,25	22,40 ± 0,3	8,45 ± 0,35	7,3 ± 0,2	0,87 ± 0,3

As bebidas alcoólicas fermentadas obtidas do delineamento de mistura contendo casca de mirtilo, casca de abacaxi e caldo de cana, possuíram características em concentrações intermediárias entre seus componentes, melhores características quanto aos compostos bioativos e características físico-químicas de maior desejabilidade, logo verifica-se que entre todas as bebidas deste tipo de delineamento que foram avaliadas, esta foi a proporção de misturas que obteve melhores condições para utilizá-las no contexto funcional e tecnológico. Também foi possível observar que

todas os mostos do delineamento de mistura apresentaram-se adequados para elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas de acordo as suas respectivas cinéticas de fermentação e o teor alcoólico das bebidas de todo o delineamento foram satisfatórios ao tipo de bebidas obtidas.

---

## CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES

---

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, verificou-se que a utilização de cascas de frutas para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas é promissora na agroindústria. Além disso, pode-se concluir que:

- As bebidas alcoólicas fermentadas de cada casca (abacaxi, uva, jabuticaba e mirtilo) apresentaram comportamento de processo fermentativo tão bom quanto a fermentação do caldo de cana, sendo esta última, uma bebida tradicionalmente utilizada para produção de bebidas alcoólicas, logo foi possível observar que a fermentação de bebidas a partir de cascas de frutas também é possível obter teor alcoólico satisfatório.
- As bebidas sem processos de misturas de cascas de frutas apresentaram-se com qualidade nutricional interessante ao consumo, visto que apresentaram conteúdos de compostos bioativos e parâmetros físico-químicos importantes e em condições mais relevantes do que normalmente encontra-se em vinho tinto.
- Todos os delineamentos de mistura de bebidas alcoólicas fermentadas apresentaram-se relevantes em características funcionais, sendo que o ponto central (T2, T8 e T9) que possuíram quantidades intermediárias entre os componentes de misturas, apresentaram-se como maior desejabilidade tanto quanto ao aspecto de cor, etanol e compostos bioativos avaliados, além de que foi possível notar melhores condições físicas e químicas das bebidas alcoólicas elaboradas.
- As cascas de abacaxi, uva, mirtilo e jabuticaba possuem características nutricionais relevantes a serem aproveitadas no processamento agroindustrial, visto que a elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas a partir de suas cascas e suas misturas, geraram opções inovadoras para que seja reduzido o descarte destes coprodutos, minimizando assim o impacto ambiental, juntamente a possibilidade de aumento de lucro da agroindústria com a implantação de novos produtos inovadores a serem lançados ao mercado consumidor.

---

## **CAPÍTULO 6**

### **SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

---

- Acompanhamento de quantificação de açúcares e álcoois por cromatografia no decorrer das etapas do processo fermentativo dos mos
- tos que geraram bebidas de maior desejabilidade;
- Realização de análise sensorial das bebidas alcoólicas fermentadas mais desejáveis de cada delineamento de mistura para correlacionar aos parâmetros físico-químicos encontrados nestas bebidas e avaliar parâmetros sensoriais junto a percentuais de aceitação destas bebidas.
- Elaborar novos padrões para identificar mais variedade de substâncias vinculadas a características de bioativos nas análises cromatográficas e assim possibilitar mais identificações e quantificações de substâncias de características funcionais nas bebidas de maior desejabilidade.

---

## CAPÍTULO 7

### REFERÊNCIAS

---

ABDRABBA, S.; HUSSEIN, S. Chemical composition of pulp, seed and peel of red grape from libya. *Global Journal of Scientific Researches*. v. 3, n. 2, p. 6-11, 2015

ABIA. Relatório Anual de Atividades da ABIA 2016. São Paulo: [s.n.], 2017. Disponível em: <http://www.abia.org.br/vsn/temp/z2017417RELATORIOANUAL2016.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2017.

ALCARDE, A. R.; WALDER, J. M. M.; HORII, J. Influence of gamma radiation on microbiological parameters of the ethanolic fermentation of sugar-cane must. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 66, p. 411-413, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(02\)00400-0](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(02)00400-0).

ALEZANDRO, M. R., DUBÉ, P., DESJARDINS, Y., LAJOLO, F. M., GENOVESE, M. I. (Comparative study of chemical and phenolic compositions of two species of jaboticaba: *Myrciaria jaboticaba* ( Vell .) Berg and *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. *Food Research International*, 54, 468–477, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.018>

ALVAREZ-CASAS, M.; PÁJARO, M.; LORES, M.; GARCIA-JARES, C. Characterization of grape marcs from native and foreign white varieties grown in northwestern Spain by their polyphenolic composition and antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, v.242, p.655–665, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2573-0>

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American dietetic: health implication of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association*, Chicago, v. 108, n. 10, p. 1716-1731, Oct. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.08.007>

ANĐELKOVIĆ, M.; RADOVANOVIĆ, B.; ANĐELKOVIĆ, A.M. Changes in polyphenolic content and antioxidant activity of grapes cv Vranac during ripening. *South African Journal of Enology and Viticulture*, v.34, p.147-155, 2013.DOI: <https://doi.org/10.21548/34-2-1090>

AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. 19. ed. Gaithersburg: AOAC, 2012.

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 de Alimentos*, ISSN 0101-2061, v. 29, n. 1, p. 56-61, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000100009>



ARCHELA, E.; ANTONIA, L. H. Determinação de compostos fenólicos em vinho: uma revisão, *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, Londrina, v. 34, n. 2, p. 193 – 210, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0375.2013v34n2p193>

ASCHERI, D.P.R.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. Caracterização da farinha do bagaço da jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, p. 867-905, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000400029>

ASQUIERI, E. R.; MOURA E SILVA, A.G.; CÂNDIDO, M. A. Jabuticaba fruit aguardente made from skin and sediments resulting from the production of fermented jabuticaba, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 29, n. 4, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000400030>

ASHURST, P. The chemistry and technology of soft drinks and fruit juices. Sheffield Academic Press, 1998.

ASQUIERI E. R, BERRIOS J. J. Non-fermented and fermented jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Mart.) pomaces as valuable sources of functional ingredients. *Food Chemistry*. 220–227p, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.011>

AZOFEIFA, G.; QUESADA, S.; NAVARRO, L.; HIDALGO, O.; PORTET, K.; PÉREZ, A. M.; VAILLANT, F.; POUCHERET, P.; MICHEL, A. Hypoglycaemic, hypolipidaemic and antioxidante effects of blackberry beverage consumption in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Functional Foods*, v. 26, p. 330-337, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.08.007>

BAGCHI, D.; GARG, A.; KROHN, R.L.; BAGCHI, M.; BAGCHI D.J.; BALMOORI, J.; STOHS, S.J., Protective effects of grape seed proanthocyanidins and selected antioxidants against TPA-induced hepatic and brain lipid peroxidation and DNA fragmentation, and peritoneal macrophage activation in mice, **General Pharmacology**, Tarrytown, v. **30**, n.5, p.771–776, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0306-3623\(97\)00332-7](https://doi.org/10.1016/S0306-3623(97)00332-7)

BARROS NETO, B. et al. Planejamento e otimização de experimentos. Campinas: UNICAMP, 1995. 303p.

BARTHOLOMEW, D. P.; PAULL, R. E.; ROHBACH, K. G. The pineapple botany production and uses. CABI Publishing, Wallingford, UK, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1079/9780851995038.0000>

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade, *Arq. Bras. Endocrinol Metab*, v. 53, n. 5, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1079/9780851995038.0000>

BATISTA, A. G.; LENQUISTE, S. A.; MOLDENHAUER, C.; GODOY, J. T.; REIS, S. M. P. M.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg.) peel improved triglycerides excretion and hepatic lipid peroxidation in high-fat-fed rats. *Brazilian Journal of Nutrition*, v. 26, n. 5, p. 571-581, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732013000500008>

BERG, O. Myrtaceae. In MARTIUS. C. F. P. *Flora brasiliensis*, Monchii: [s.n, v. 14, part. 1, p.61 - 362], 1857.

BERRY, C. Functional Foods. *Quarterly journal of medicine*, v. 95, p. 639-40, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1093/qjmed/95.9.639>

BENMEZIANE, F.; CADOT, Y.; DJAMAI, R.; DJERMOUN, L. Determination of major anthocyanin pigments and flavonols in red grape skin of some table grape varieties (*Vitis vinifera* sp.) by High-Performance Liquid Chromatography–Photodiode Array Detection (HPLC-DAD). *OENO One*, v.50, n.3, p.125-135, 2016. DOI: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2016.50.3.56>

BOUHAMIDI, R.; PRÉVOST, V.; NOUVELOT, A. High protection by grape seed proanthocyanidins (GSPC) of polyunsaturated fatty acids against UV-C induced peroxidation. **Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série III, Sciences de la vie**, Montrouge, v. 321, p. 31-38, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0764-4469\(97\)89623-0](https://doi.org/10.1016/S0764-4469(97)89623-0)

BURIN, V.M.; FERREIRA-LIMA, N.E.; PANCERI, C.P.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* grapes: evaluation of different extraction methods. *Microchemical Journal*, v.114, p.155-163, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2013.12.014>

BRASIL. Decreto nº 8198: Regulamenta a Lei nº 7678/1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Decreto 6871/2009: Padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, 2009.

BRASIL. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Rio de Janeiro, v. 29, n. 6, jun. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 1º de fevereiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Abacaxi. *Diário Oficial da União*; Poder executivo, 1 de fevereiro 2002.

BRASIL. Portaria 229, de 25 de outubro de 1988. DOU 31/10/88. Aprova a norma referente à complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho. *União Brasileira de Vitivinicultura (Uvibra)*, 1988.

CAI, X.; DU, X.; CUI, D.; WANG, X.; YANG, Z.; ZHU, G. Improvement of stability of blueberry anthocyanins by carboxymethyl starch/xanthan gum combination microencapsulation. *Food Hydrocolloids*, v. 91, p. 238-245, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.034>

CAMPOS, F.M. Avaliação de práticas de manipulação de hortaliças visando a preservação de vitamina C e carotenóides. 2006. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Nutrição) – Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Viçosa, MG.

CASTRO, I. A.; SILVA, R. S. F.; TIRAPÉGUI, J.; BORSATO, D.; BONA, E. Simultaneous optimization of response variables in protein mixtures formulation: constrained simplex method approach, *International Journal of Food Science and Technology*, Oxford, v. 38, p. 103-110, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2003.00650.x>

CASSIDY A, BERTOIA M., CHIUVE S. Ingestão habitual de antocianinas e flavanonas e risco de doença cardiovascular em homens. *Am J Clin Nutr*; 104 (3): 587-594, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.133132>

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

CITADIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. Jabuticabeiras. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, p. 0-1, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010000200001>

CLAVER, I.P., ZHOU, H., ZHANG, H., ZHU, K., LI, Q., NICOLE, M. The effect of soaking with wooden ash and malting upon some nutritional properties of sorghum flour used for Impeke, a traditional Burundian malt-based sorghum beverage. *Agric. Sci. China* 10 (11), 1801–1811, 2011. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(11\)60180-6](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60180-6)

CORAZZA, M. L.; RODRIGUEZ, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização de vinho de laranja. *Química Nova*. v. 24, n.4, p. 449-452, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000400004>

CORNELL, J. A. Experiments with mixtures: A review. *Technometrics*, Boston, v. 15, n. 3, p. 437-455, 1973. DOI: <https://doi.org/10.1080/00401706.1973.10489071>

COSME, F.; GONÇALVES, B.; BACELAR, E.A.; INÊS, A.; JORDÃO, A.M.; VILELA, A. Genotype, Environment and management practices on red/dark-colored fruits phenolic composition and its impact on sensory attributes and potential health benefits. In: SOTO-HERNANDEZ, M.; PALMA-TENANGO, M.; GARCIA-MATEOS, M.R. Phenolic Compounds: natural sources, importance and applications. In *Tech*, 2017. 454p. DOI: <https://doi.org/10.5772/66881>

COSTA, M. C. G. **Distribuição e crescimento radicular em soqueiras de cana-de-açúcar: dois cultivares em solos com características distintas**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba (SP), 88 p, 2005.

CRECENTE-CAMPO, J.; NUNES-DAMACENO, M.; ROMERO-RODRIGUEZ, M.; VAZQUEZ-ODERIZ, M. Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch, cv Selva). *Journal of Food Composition and Analysis*, Anal, v.28, p. 23-30, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.07.004>

CHRISTOFOLETTI, C. A.; ESCHER, J.; CORREIA, J. E. Sugarcane vinasse: Environmental implications of its use, *Waste Management*, v. 33, n. 12, p. 2752-2761, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.09.005>

DA SILVA, H.C.S. A formação da cor nos tintos: a tonalidade de um vinho 267tem um papel significativo na percepção de sua qualidade, *Revista Adega*, 2016.

DHARMADHIKARI, M. *Composition of Grapes*. 5p, 1994.

DELLACASSA, E.; TRENCHS, O.; FARIÑA, L.; DEBERNARDIS, F.; PEREZ, G.; BOIDO, E.; CARRAU, F. Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) wine production in Angola: characterisation of volatile aroma compounds and yeast native flora. *Int. J. Food Microbiol.* 241, 161–167, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.014>.

DE LANGE, D. W. From red wine to polyphenols and black: A journey through the history of the French Paradox. *Thrombosis Research*, Elsevier, n. 119, p. 403 – 406, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2006.06.001>

DELANOE, D.; MAILLARD, C.; MAISONDIEU, D. O vinho da análise à elaboração. *Coleção EUROAGRO*. Portugal: Europa-América Ltda, p. 230, 1989.

DELMONDES, P.H.; FREIRE, J.M.; SCHAEFER, A.S.; AMARAL, G.A.; SILVA, M.A. Substâncias antioxidantes presentes nos vegetais. *Revista Eletrônica da Univar*, v.1, n.9, p.1-5, 2013.

DEWICK, P. M. *Medicinal Natural Products – A Biosynthetic Approach*, 2<sup>a</sup>. ed., New York: John Wiley & Sons Ltda, 2002.

DIAS, A.L.M. Influência de diferentes cepas de leveduras e mostosna formação de compostos voláteis majoritários em vinho decaju (*Anacardium occidentale*, L). Fortaleza: Universidade Fede-ral do Ceará, 1996. 94p. Dissertação Mestrado

DODIC, J. M.; VUCUROVIC, D. G.; DODIC, S. N.; GRAHOVAC, J. POPOV, S. D.; NEDELJKOVIC, N. M. Kinetic modelling of batch ethanol production from sugar beet raw juice, *Applied Energy*, v. 99, p. 192-197, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.05.01>

DRAGANO, N. R. V.; MARQUES, A. C. Chapter 11 - Native Fruits, anthocyanins in nutraceuticals, and the insulin receptor/ Insulin receptor substrate-1/akt/forkhead box protein pathway. *Molecular Nutrition and Diabetes*, Elsevier, 2016.

DRAGONE, G.; MUSSATO, S. I.; VILANOVA, M.; OLIVEIRA, J. M.; TEIXEIRA, J. A.; ALMEIDA, J. B. S. Obtention and characterization of distilled beverage from cheese whey fermentation. *Brazilian Journal of Food Technology*, p. 120 – 124, 2009.

DUARTE, W.F.; DIAS, D. R.; OLIVEIRA, J. M.; VILANOVA, M.; TEIXEIRA, J. A.; ALMEIDA, J. B. , 2010. Raspberry (*Rubus idaeus* L.) wine: yeast selection, sensory evaluation and instrumental analysis of volatile and other compounds. *Food Res. Int.* 43 (9), 2303–2314. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.08.003>

DUARTE, W.F.; AMORIM, J. C.; LAGO, L. A.; DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F. Optimization of fermentation conditions for production of the jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) spirit using the response surface methodology. *J. Food Sci.*, 76(5), pp.C782-90. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22417427> (Accessed 5 July 2014), 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02169.x>

DUARTE, W. F., DIAS, D. R., OLIVEIRA, J. M., TEIXEIRA, J. A., ALMEIDA E SILVA, J. B.; SCHWAN, R. F. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuaçu, gabioba, jaboticaba and umbu. *LWT –Food Science and Technology*, 43(10), 1564--1572, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.03.010>

DUTRA, R.C.; et al. Medicinal plants in Brazil: pharmacological studies, drug discovery, challenges and perspectives. *Pharmacological research*, vol. 112, p.4-29, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2016.01.021>

ELFICK, J. Pineapple Project. School of Education, University of Queensland, Queensland, Australia, 2007.

EMÍDIO, J. E. Hidrólise enzimática na fabricação de melado de cana-de-açúcar. UFSC, dissertação, Araras (SP), 67 p., 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Agroecologia da cana-de-açúcar**. 2014. Disponível em: <<http://www.cana.cnpm.embrapa.br/agroeco.html>>. Acesso em: 26 jan. 2018.

EMBRAPA, PEDROSO, A. F. Aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar, Circular Técnica, São Carlos (SP), 7p., 2004.

EMBRAPA, SOUZA LEÃO, P. C. Estado atual da cultura da videira no Vale do São Francisco, Petrolina (Pe), 2018.

EMBRAPA, REIS, R. C.; VIANA, E. S.; PÁDUA, T. R. P.; MATOS, A. P.; SASAKI, F. F. C.; CORDEIRO, Z. J. M. Influência da densidade de plantio na qualidade físico-química e sensorial do abacaxi “Pérola” em sistema orgânico de produção. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* n° 96. ISSN 1809-5003, 2018.

EMBRAPA, RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C. A cultura do mirtilo. Pelotas (RS), ISSN 1806-9193, 67p., 2004.

EMBRAPA. SILVA, R. C. V.; SILVA, A. S. L.; FERNANDES, M. M.; MARGALHO, L. F. Noções Morfológicas e taxonômicas para identificação botânica. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 115 p.; 2014.

ERIKSSON, L.; JOHANSSON, E.; WIKSTRÖM, C. Mixture design – design generation, PLS analysis, and model usage. *Chemometrics and Intelligent Laboratory*, v. 43, p. 1-24, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-7439\(98\)00126-9](https://doi.org/10.1016/S0169-7439(98)00126-9)

ESTI, M.; BENUCCI, I.; LIBURDI, K.; GARZILLO, A. M. V. Effect of wine inhibitors on free pineapple stem bromelain activity in a model wine system. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 59, P. 3391 – 3397, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf104919v>

EUROMONITOR INTERNATIONAL. Alcoholic Drinks in Brazil: industry overview. London: Euromonitor International, 2016.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Corporate Document Repository. Crop Prospects and Food Situation – N°. 4, 2008. Disponível em: [www.fao.org.br](http://www.fao.org.br) . Acesso em: 20 maio 2016.

EYDURAN, S.P.; AKIN, M.; ERCISLI, S.; EYDURAN, E.; MAGHRADZE, D. Sugars, organic acids and phenolic compounds of ancient grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) from Igdir province of Eastern Turkey. *Biological Research*, v.48, p.1-8, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/0717-6287-48-2>

FAO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. FAOSTAT. Divisão de estatística. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

FAO, Food wastage: Key facts and figures. <http://www.fao.org/news/story/pt/item/196402/icode> . Acessado em 16 March 2018.

FARID HOSSAIN, M.; AKHTAR, S.; ANWAR, M. Nutritional value and medicinal benefits of pineapple. *International Journal Nutrition Food Science*, v. 4, n. 84, 2015. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20150401.22>

FERREIRA, A. E.; FERREIRA, B. S.; LAGES, M. M. B.; RODRIGUES, V. A. F.; THÉ, P. M. P.; PINTO, N. A. V. D. Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jabuticaba em biscoitos tipo cookie. *Alim. Nutr.*, v. 23, n. 4, p. 603-607, out./dez. 2012.

FERTONANI, H. C. R. et al. Potencial da variedade Joaquina para o processamento de suco clarificado e vinho seco de maçã. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 2, p. 434-440, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000200029>

FORTES, G. A. C. .; NAVES, S. S.; GODOI, F. F. F.; DUARTE, A. R.; FERRI, P. H.; SANTOS, S. C. Assessment of a maturity index in jabuticaba fruit by the evaluation of phenolic compounds, essential oil components, sugar content and total acidity. *American*

Journal of Food Technology, Amsterdam, v. 6, n. 11, p. 974–984, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajft.2011.974.984>

FISCHER, J. Produção de etanol de segunda geração pelo uso de complexo enzimático de cepas selecionadas do ecossistema do Cerrado. 171 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

FRAIGE, K., PEREIRA-FILHO, E. R., CARRILHO, E. Fingerprinting of anthocyanins from grapes produced in Brazil using HPLC–DAD–MS and exploratory analysis by principal component analysis. Food Chemistry, v. 145, p. 395–403, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.066>

FRANCO, G.; CHALOUN, S. R. Dietas e receitas: valores calóricos e propriedades gerais dos alimentos. 3.ed. São Paulo: Atheneu, p. 395, 1992.

FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 9 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 307 p, 2004.

FRAZIER, W. C.; ESTHOFF, D. C. Microorganisms Important in food microbiology. In: FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. Food Microbiology. 5. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1988. p. 32–39.

GRAÇA, J.N.D. Validação de um dispositivo não-invasivo e não-destrutivo para avaliação do estado de maturação das uvas. 2014. 84p. Dissertação (Mestrado em Viticultura e Enologia) – Universidade de Lisboa, Lisboa.

GIEHL, M. R.; BOSCO, S. M.; LAFLOR, C. M.; WEBER, B. Eficácia dos flavonóides da uva, vinho tinto e suco de uva tinto na prevenção e no tratamento secundário da aterosclerose. Scientia Medica. Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 145–155, 2007.

GILMARTIN, A. J.; BROWN, G. K. Bromeliales, related monocots, and resolution of relationships among Bromeliaceae and subfamilies. Syst. Bot. 12, p. 493 – 500, 1987. DOI: <https://doi.org/10.2307/2418884>

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25, n.4, p. 825–827, out/dez., 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400032>

GONÇALVES, L.T., DE SOUZA, V.R.S. Sensory analysis of fermented alcoholic beverages from jabuticaba produced in the city of Varre-Sai, RJ. Vértices 16 (1), 101–115, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5935/1809-2667.20140007>

GONZÁLEZ, E.A.; AGRASAR, A. T.; CASTRO, L. M. P.; FERNANDEZ, I. O.; GUERRA, N. P. Solid-state fermentation of red raspberry (*Rubus ideaus* L.) and arbutus berry (*Arbutus unedo*, L.) and characterization of their distillates. Food Res. Int. 44 (5), 1419–1426, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.032>

GÓNGORA L.; GINER R. M.; MÁÑEZ S; RECIO M. C.; SCHINELLA G. Effects of caffeoyl conjugates of isoprenyl-hydroquinone glucoside and quinic acid on leukocyte function. *Life Sci.* 71(25):2995-3004, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(02\)02167-7](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(02)02167-7)

GUGLIUCCI A.; BASTOS D. H. M. SCHULZE J.; SOUZA M. F. F. Caffeic and chlorogenic acids in *Ilex paraguariensis* extracts are the main inhibitors of AGE generation by methylglyoxal in model proteins, *Fitoterapia*. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2009.04.007>

GUIMARÃES, R.A. Produção de aguardente utilizando o sorgo sacarino (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) [Distilled spirit production using the sweet sorghum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench)]. PhD thesis, Department of Biological Science, Universidade Federal de Ouro Preto, Brazil, 2013.

HANSON, E.; HANCOCK, J. Managing the nutrition of highbush blueberries. In: *Arandanos – Produccion em Argentina*. Buenos Aires: FAUBA, 2003. 1 CD-ROM.

HE, B. et al. Optimization of Ultrasound-Assisted Extraction of phenolic compounds and anthocyanins from blueberry (*Vaccinium ashei*) wine pomace. *Food Chemistry*, v. 204, p. 70–76, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.094>

HERNÁNDEZ, T. E. I.; PÉREZ-GORDO, M.; ALEGRÍA, E. G.; TENORIO, C.; RUIZ-LARREA, F.; MORENO-ARRIBAS, M. V. Contribution of malolactic fermentation by *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus plantarum* to the changes in the nonanthocyanin polyphenolic composition of red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 55, p. 5260-5266, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf063638o>

HENRY, C.J. Functional foods. *European Journal of Clinical Nutrition*, v.64, p. 657-659, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.101>

ITAGAKI, S.; KUROKAWA, T.; NAKATA, C.; SAITO, Y.; OIKAWA, S.; KOBAYASHI, M.; HIRANO, T.; ISEKI, K. In vitro and in vivo antioxidant properties of ferulic acid: a comparative study with other natural oxidation inhibitors. *Food Chemistry*, v. 114, p. 466–471, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.101>

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. *Alimentos e Nutrição: Brazilian Journal of Food and Nutrition*. Araraquara. v.24. n.1. p. 2-3, 2013.

JACKSON, R.S. Chemical constituents of grapes and wine. In: *Wine Science*. 4<sup>a</sup> ed. Amsterdam: Elsevier, p.347-426, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381468-5.00006-3>

JAGTAP, U. B.; BAPAT, V. A. Wines from fruits other than grapes: Current status and future prospectus. *Food Bioscience* n. 9, p. 80-96, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2014.12.002>



JIMÉNEZ-ESCRIG, A., RINCÓN, M., PULIDO, R., & SAURA-CALIXTO, F. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5489–5493, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf010147p>

KARASU, S.; BAŞLAR, M.; KARAMAN, S.; KILIÇLI, M.; US, A.A.; YAMAN, H.; SAĞDIÇ, O. Characterization of some bioactive compounds and physicochemical properties of grape varieties grown in Turkey: thermal degradation kinetics of anthocyanin. *Turkey Journal of Agriculture and Forestry*, v.40, p.177-185, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3906/tar-1502-38>

KECHINSKI, C. P.; GUIMARÃES, P. V. R.; NOREÑA, C. P. Z.; TESSARO, I. C.; MARCZAK, L. D. F. Degradation kinetics of anthocyanin in blueberry juice during thermal treatment. *Journal of Food Science*, v. 75, p. C173-C176, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01479.x>

KELLER, J. A. Taste of the Tropics. *Wine Maker Magazine*, p. 1422, 2014.

KIM, H., BARTLEY, G. E., RIMANDO, A. M., & YOKOYAMA, W. Hepatic gene expression related to lower plasma cholesterol in hamsters fed high-fat diets supplemented with blueberry peels and peel extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7), 3984-3991, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf903230s>

KHOO, N. K. H.; Dietary flavonoid quercetin stimulates vasorelaxation in aortic vessels. *Free Radical. Biological Med.* V. 49, n. 3, p. 339 – 347, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2010.04.022>

KOLB, Erich. *Vinos de frutas: Elaboración artesanal e industrial*. (Trad. Lorenzo Serrahima Formosa). Zaragoza: Acribia, 2002.

KOSSEVA, M. R. Science and Technology of Fruit Wine Production: Chapter 11 – Waste from fruit wine production. Academic Press, p. 557 – 598, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800850-8.00011-9>

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA CALIXTO, F. Pineapple shell as a source of dietary Fiber with associated polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(10), 4028–4031, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf970450j>

LANGE, D. W. From red wine to polyphenols and back: A journey through the history of the French Paradox. *thrombosis Research*, 119, 4, 403-406, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2006.06.001>

LEE, P.R., KHO, S. H. C.; YU, B.; CURRAN, P., LIU, S. Q. Yeast ratio is a critical factor for sequential fermentation of papaya wine by *Williopsis saturnus* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Microb. Biotechnol.* 6 (4), 385–393, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12008>

LEITE-LEGATTI, A. V., BATISTA, A. G., DRAGANO, N. R. V., MARQUES, A. C., MALTA, L. G., RICCIO, M. F., EBERLIN, M. N., MACHADO, A. R. T.,

CARVALHO-SILVA, L. B., RUIZ, A. L. T. G., CARVALHO, J. E., PASTORE, G. M., MORÁSTICA-JÚNIOR, M. R. Jaboticaba peel: Antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. *Food Research International*, 49, 596–603, 2012.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica*, 2 ed., São Paulo, Sarvier, 839 p., 1995.

LI, H. Y., DENG, Z. Y., ZHU, H. H., HU, C. L., RONG, H., YONG, J. C. Highly pigmented vegetables: Anthocyanin compositions and their role in antioxidant activities. *Food research international*, 46(1), 250-259, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.12.014>

LIMA, A. J. B. Caracterização e atividade antioxidante da jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. UFLA, 175 p., 2009.

LIMA, A.J.B.; CORREA, A.D.; ALVES, A.P.C.; ABREU, C.M.P.; DANTAS-BARROS, A.M. Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 58(4), 416-421, 2008. MATTOS, J. L. R. Fruteiras nativas do Brasil: jaboticabeiras. Porto Alegre. Nobel, 92 p., 1983.

LIMA, M.D.S.; SILANI, I.D.S.V.; TOALDO, I.M.; CORRÊA, L.C.; BIASOTO, A.C.T.; PEREIRA, G.E.; NINOW, J.L. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. *Food Chemistry*, v.161, p.94-103, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.109>

LIMA, A.J.B; DUARTE, A.C; ALVES, A.P.C. CARVALHO ALVES. Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v.58, n.4, p.416-421, 2008.

LIMA, L.L.A.; SCHULER, A.; GUERRA, N.B.; PEREIRA, G.E.; LIMA, T.L.A.; ROCHA, H. Otimização e validação de método para determinação de ácidos orgânicos em vinhos por 114 cromatografia líquida de alta eficiência. *Química Nova*, v.33, n.5, p.1186-1189, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000500032>

LIMA, U. A., BASSO, L. C., AMORIM, H. V. Produção de Etanol. In: SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. (Coord.). *Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos*, v.3, capítulo 1, São Paulo, SP, Editora Edgard Blucher, 2001.

LI, H. Y., DENG, Z. Y., ZHU, H. H., HU, C. L., RONG, H., YONG, J. C. Highly pigmented vegetables: Anthocyanin compositions and their role in antioxidant activities. *Food research international*, 46(1), 250-259, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.12.014>

LIANG, N.; ZHUA, B.; HANB, S.; WANGB, J.; PAN, Q.; REEVES, M.J.; DUAN, C.; HE, F. Regional characteristics of anthocyanin and flavonol compounds from grapes of

four *Vitis vinifera* varieties in five wine regions of China. *Food Research International*, v.64, p.264–274, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.048>

LINS, A. R.; SARTORI, G. V. Qualidade fenólica e atividade antioxidante de vinhos tintos produzidos no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 69-76, 2014. DOI: <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v16n1p69-76>

LIU, R. H. Health benefits of fruits and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3 Suppl):517S-520S; 2003. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.517S>

LOPES, A. C. A.; EDA, S. H.; ANDRADE R. P.; AMORIM, J. C.; DUARTE, W. F. New alcoholic Fermented Beverages – potentials and challenges. *Fermented Beverages*, Elsevier, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.517S>

LORENZI, H. Árvores brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 2a ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 1998. v 1, p 266.

LUIS, A. F. S. Pesquisa e identificação de compostos bioativos em plantas florestais. Corvilhã, Universidade da Beira Interior, 215 f., 2014.

LURTON, L.; SNAKKERS, G.; ROULLAND, C.; GALY, B. Influence of the fermentation yeast strain on the composition of wine spirits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67, 485–491, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740670410>

MACEDO, L. C. H. de. Etanol etílico: da cachaça ao cereal. São Paulo: Ícone, 1993.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P.; CAMARGO, U. A.; SOUZA, R. T. de; FAJARDO, T. V. M.; NAVES, R. de L.; GIRARDI, C. L. ‘BRS Vitória’: nova cultivar de uva de mesa sem sementes com sabor especial e tolerante ao míldio. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, Comunicado Técnico, 126. 12 p., 2012.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Decreto nº 6871: Regulamenta a Lei nº 8918, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, 2009.

MARKOSKI, M. M.; GARAVAGLIA, J.; OLIVEIRA, A.; OLIVAES, J. Molecular Properties of red wine compounds and cardiometabolic benefits. *Nutrition and Metabolic Insights*, Libertas Academica Freedom to Research, Thousand Oaks, p. 51-57, v.9, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4137/NMIS32909>

MARQUES, D.B.; PASTORE, G.M. "Produção de aromas naturais por microorganismos". *Bol. SBCTA.*, 33 (1), 80-185, 1999.

MARTINS DE SÁ, L. Z. C.; CASTRO, P. F. S.; LINO, F. M. A.; BERNARDES, M.; VIEGAS, J.; DINIS, T.; SANTANA, M. J.; ROMAO, W.; VAZ, B. G.; LIÃO, L.;

GHEDINI, P.; ROCHA, M.; GIL, E. Antioxidant potential and vasodilatory activity of fermented beverages of jaboticaba berry (*Myrciaria jaboticaba*). *Journal of Functional Foods*, v. 8, p. 169 – 179, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.03.009>

MATELJAN, G. The world's healthiest foods essential guide for the healthiest way of eatin. George Mateljan Foundation, Seattle, 2006.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. **Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol.25, n.4, ISSN 0101-2061, p.659-664, 2005.

MASCARENHAS, R. J.; GUERRA, N. B.; AQUINO, J. S.; LEÃO, P. C. S. Qualidade sensorial e físico-química de uvas finas de mesa cultivadas no submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, n. 2, p. 546-554, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200025>

MATEI, F. Chapter14: Technical guide for fruit wine production. *Science and Technology of Fruit Wine Production. Livro Wine Production*, p. 663 – 703, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800850-8.00014-4>

MATTOS, J.L.R. Fruteiras nativas do Brasil: jabo-ticabeiras. Porto Alegre: Nobel, 1983. 92p.

MENEZES, T. J. B. OS FUNGOS NA INDÚSTRIA. *BOLETIM DA SBCTA*, V. 31, N. 2, P. 116-120, 1997.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959. DOI: <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>

MDIC. Exportação e Importação Geral. Disponível em: <[http://comexstat.mdic.gov.br/pt/ geral](http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral)>. Acesso em: 11 jul. 2018.

MELO, P. S.; MASSARIOLI, A. P.; DENNY, C.; SANTOS, L. F.; FRANCHIN, M.; PEREIRA, G. E.; SOUZA, T. M. F.; ROSALEN, P. L.; ALENCAR, S. M. Winery by-products : Extraction optimization , phenolic composition and cytotoxic evaluation to act as a new source of scavenging of reactive oxygen species. *Food Chemistry*, v. 181, p. 160–169, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.087>

MOREL DU BOIL, P. Refined Sugar and floc formation. *International Sugar Journal*, v. 99 (1182), p. 310-314, 1997.

MOREIRA, F. S.; MACHADO, R.G.; ROMÃO, B. B.; BATISTA, F. R. X.; FERREIRA, J. S.; CARDOSO, V. L. Improvement of hydrogen production by biological route using repeated batch cycles. *Process Biochemistry*, v. 58, p. 60 – 68, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2017.04.013>

MOURA, G. C. de; FINKENAUER, D.; CARPENEDO, S.; VIZZOTTO, M.; ANTUNES, L. E. C. Caracterização Físico-química de Mirtilos Submetidos a Diferentes Coberturas de Solo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. (Comunicado Técnico 266).

MULLER, D.; SCHANTZ, M.; RICHLING, E. High performance liquid chromatography analysis of anthocyanins in bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.), blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.), and Corresponding Juices. *Journal of Food Science*, 77(4), c340, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02605.x>

MURTAGH, D.; TEBBLE, I. Flocc in white sugar. *International Sugar Journal*, v. 99, p. 480 – 484, 1997.

MORALES P, BARROS L, DIAS M. I, SANTOS-BUELGA C, FERREIRA I. C, SANTOS, A.M. dos; RASEIRA, M. do C.B. A cultura do mirtilo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 23 p., 2002.

MORALES, P.; BARROS, L.; DIAS, M.; SANTOS-BUELGA, C.; FERREIRA, I. C.; ASQUIERI, R. E.; BERRIOS J. J. Non-fermented and fermented jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Mart.) pomaces as valuable sources of functional ingredients. *Food Chemistry*, v. 208, p. 220-227, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.011>

NARZARY, Y.; BRAHMA, J.; BRAHMA, C.; DAS, S. A study on indigenous fermented foods and beverages of Kokrajhar, Assam, India. *Journal of Ethnic Foods*, v. 3 (4), p. 284–291, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jef.2016.11.010>

NAYAK, A.; BHUSHAN, B.; ROSALES, A.; TURIENZO, L. R.; CORTINA, J. L. Valorisation potential of Cabernet grape pomace for the recovery of polyphenols: Process intensification, optimisation and study of kinetics. *Food and Bioprocess Technology*, v. 109, p. 74 – 85, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2018.03.004>

NEIRO, E. S., NANNI, M. R., ROMAGNOLI, F., CAMPOS, R. M., CEZAR, E., CHICATI, M. L., OLIVEIRA, R. B. Análise de cor de para discriminação de seis variedades de cana-de-açúcar em quatro épocas de colheita no ano. In *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, Foz do Iguaçu, Brasil, 2013.

NAVES, S. S.; FORTES, G. Ap. C.; ALVARES, R.; SILVA, A. P.; REIS, C. F.; SANTOS, S. C. Análise dos ácidos orgânicos e açúcares no fruto, mosto e vinhos da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*), 63<sup>a</sup> CONPEEX – UFG, 2010.

NISHIDA, S.; SATOH, H. Role of gap junction involved with endothelium-derived hyperpolarizing factor for the quercetin-induced vasodilatation in rat mesenteric arterial artery. *Life Science*, v. 92, n. 13, p. 752 – 756, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2013.02.003>

NORBERTO S.; SILVA, S.; MEIRELES, M.; FARIA, A.; PINTADO, M.; CALHAU, C. Blueberry anthocyanins in health promotion: a metabolic overview. *Journal of*

Functional Foods; v.5, p. 1518- 1528, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.015>

NUNO, M. A química dos sabores do vinho – os polifenóis, Revista Real Academia Galega de Ciências, v.28, p. 5 – 22, 2009.

O'CONNELL, J. E.; FOX, P. F. Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review, International Dairy Journal, 11, 103–120; 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00033-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00033-4)

OGAWA, Y.; NITTA, A.; UCHIYAMA, H.; IMAMURA, T.; SHIMOI, H.; ITO, K. Tolerance mechanism of the ethanol-tolerant mutant of sake yeast. Journal of Bioscience and Bioengineering, Osaka, v. 90, n. 3, p. 313-320, Mar. 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1389-1723\(00\)80087-0](https://doi.org/10.1016/S1389-1723(00)80087-0)

OFFICE INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN. **Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins**. Paris: O.I.V., 1978. 348 p.

OIV – Organização Internacional de Viticultura. Resolução SECSAN N°1/2008 : Uvas, passas, sucos de uva e investigação científica em termos de saúde e segurança, 2008. Disponível em: <<http://www.enovirtua.com/wp-content/uploads/2018/03/secsan-1-2008-en.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

OIV. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. Méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. 2014. Disponível em: <<http://www.oiv.int/oiv/info/frmethodesinternationalesvin>>. Acesso em: 27 jan. 2015.

OIV, Organização Internacional da Vinha e do Vinho. Compendio de métodos analíticos aplicados ao vinho e demais produtos da uva. Disponível em <<http://www.oiv.int/es/normas-y-documentos-352tecnicos/metodos-de-analisis>> Acesso em 03 jun. 2017.

OKEKE, B.C., AGU, K.C., ARCHIBONG, A.C.G. Wine production from mixed fruits (pineapple and watermelon) using high alcohol tolerant yeast isolated from palm wine. Univers. J. Microbiol. Res. 3 (4), 41–45, 2015. DOI: <https://doi.org/10.21859/ajlsr-040305>

OKUNOWO, W., OKOTORE, R., OSUNTOKI, A. The alcoholic fermentative efficiency of indigenous yeast strains of different origin on orange juice. Afr. J. Biotechnol. 4 (November), 1290–1296. Available from: <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/71403>, 2005.

OLIVEIRA, E. R. Desenvolvimento de bebida alcoólica fermentada à base de jambolão e caldo de cana-de-açúcar. Dissertação, UFG, Goiânia, 146 f., 2015.

OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, S. C.; MAMEDE, M.E.O. Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vinícolas do Brasil. Revista Instituto Adolfo Lutz, São Paulo (SP), v. 70, n. 2, p. 157-166, 2011.

ORIOLO, O.B.; BOBOYE, B.E.; ADETUYI, F.C. Bacterial and fungal communities associated with the production of a Nigerian fermented beverage, “Otika”. *Jordan J. Bio. Sci.* 10 (2), 127–133, 2017.

ONSTANTIN, O.E.; SKRT. M.; ULRIH, N.P.; RÂPEANU, G. Anthocyanins profile, total phenolics and antioxidant activity of two Romanian red grape varieties: Fetească neagră and Băbească neagră (*Vitis vinifera*). *Chemical Papers*, v.69, n.12, p.1573–1581, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1515/chempap-2015-0163>

PACHECO, M. T. B.; SGARBIERI, V. C. Diferentes métodos de concentração de proteína de levedura e suas implicações nas propriedades funcionais. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 36, n. 2, p. 83-94, 2002.

PANTELIDIS, G.E.; VASILAKAKIS, M.; MANGANARIS, G.A.; DIAMANTIDIS, G. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*, v.102, p.777–783, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.021>

PAP, N.; PONGRÁCZ, E.; MYLLYKOSKI, L. KEISKI, R. Waste minimization and utilization in the food industry processing of arctic berries, and extraction of valuable compounds from juice-processing by-products. In: Pongrácz, E. (Ed.), *Proceedings of the waste minimization and resources use optimization conference*. Finlandia, Oulu University Press, p. 1590168, 2004.

PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H. da; BARRETTO, P. A. de A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Development of functional fresh food adding soy protein isolate and povidone using paprika as coloring agent. *Ciência e tecnologia de alimentos*, Campinas (SP), v. 28, n. 4, p. 767-778, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400002>

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Fruit peels as sources of non-extractable polyphenols or macromolecular antioxidants: Analysis and nutritional implications. *Food Research International*, v. 111, p. 148-152, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.023>

PETROPULOS V. I.; GUTIERREZ I. H.; BOROS B.; STEFOVA M.; STAFILOV T.; VOJNOSKI B.; DORNYEI A.; KILAR F. Phenolic compounds and antioxidant activity of Macedonian red wines. *Journal of Food Composition and Analysis*. Elsevier, 2015.

PIAZZON, A.; FORTE, M.; NARDINI, M. Characterization of phenolics content and antioxidant activity of different beer types. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, v. 58, p. 10677–10683, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf101975q>

PICCIRILLO, E.; AMARAL, A. T. Busca virtual de compostos bioativos: Conceitos e Aplicações. *Química Nova*, v. 41, n. 6, p. 662 – 677, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170210>

RAMIREZ-GUZMAN, K. N.; TORRES-LÉON, C.; MARTINEZ-MEDINA, G. A.; ROSA, O.; HERNANDEZ-ALMANZA, A.; ALVAREZ-PEREZ, B.; ARAUJO, R.; GONZALEZ, L. R.; LONDONO, L.; VENTURA, J.; RODRIGUEZ, R.; MARTINEZ, J. L.; AGUILAR, C. N. Traditional fermented beverages in Mexico. *Fermented Beverages, The Science of Beverages*, p. 605-635, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00015-4>

RASEIRA, M.C.B.; ANTUNES, L.E.C. A cultura do mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 67p., 2004. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 121).

REDDY, L.V.A., REDDY, O.V.S. Production and characterization of wine from mango fruit (*Mangifera indica* L). *World J. Microbiol. Biotechnol.* 21 (8–9), 1345–1350, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-005-4416-9>

Regulamento de execução (UE) n° 543/2011. Normas de comercialização no setor das frutas e produtos hortícolas e que retifica esse regulamento de execução. *Jornal Oficial da União Européia*, 2011.

REYNERTSON, K.A. Phytochemical analysis of bioactive constituents from edible myrtaceae fruits. New York: Tese-Graduate Faculty in Biology- CityUniversity of New York, 2007.

RIBEIRO, P. R. et al. Curso seqüencial de automação para indústria sucroalcooleira: apostila de treinamento módulo II. Ribeirão Preto: Unaerp, 2003. Disponível em: <<file:///C:/Users/usuario/Downloads/55554242-Apostilasucroalcooleira.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

RIBEIRO, L.F.; RIBANI, R. H., FRANCISCO, T. M. G.; SOARES, A. A.; PONTAROLO, R.; HAMINIUK, C.W. I. Profile of bioactive compounds from grape pomace (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) by spectrophotometric, chromatographic and spectral analyses. *Journal of Chromatography B*, n. 1007, p. 72 – 80, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2015.11.005>

RIMANDO, A. M.; KALT, W.; MAGEE, J. B.; DEWEY, J.; Balling, J. R. Resveratrol, pterostilbene, and piceatannol in vaccinium berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4713-4719, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf040095e>

ROCKENBACH, I.I.; GONZAGA, L.V.; RIZELIO, V.M.; GONÇALVES, A.E.S.S.; GENOVESE, M.I. and FETT, R. Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking. *Food Research International*, v.44, p.897-901, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.049>

RODRIGUES, J. B. hortus fluminensis ou breve notícias sobre as plantas cultivadas no Jardim Botânico de Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Leuzinger, p. 220-221, 1894.



ROSS, R. P.; HILL, S. M. Preservation and fermentation: past, presente and future. *International Journal of Food Microbiology*, v. 79, p. 3 – 16, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00174-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00174-5)

ROLLE, L.; SIRET, R.; RÍO-SEGADE, S.; MAURY, C.; GERBI, V.; JOURJON, F. Instrumental texture analysis parameters as markers of table-grapes and winegrape quality: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, v.63, p.11-28, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5344/ajev.2011.11059>

RUEL, G., COUILLARD, C. Evidences of the cardioprotective potential of fruits: The case of cranberries. *Molecular Nutricional Food Res.* 51:692–701, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600286>

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. Fortaleza (CE): Embrapa, 2007. (Comunicado técnico 127).

SAFDAR, M. N.; KAUSAR, T.; NADEEM, M. Comparison of ultrasound and maceration techniques for the extraction of polyphenols from the mango peel. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4), 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13028>

SAMPAIO, A.; DRAGONE, G.; VILANOVA, M.; OLIVEIRA, J. M.; TEIXEIRA, J. A.; MUSSATTO, S. I. Production, chemical characterization, and sensory profile of a novel spirit elaborated from spent coffee ground. *Elsevier Ltd LTW – Food Science Technology*, v. 54, n. 2, p. 557-563, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.05.042>

SANTOS, A. C. M. D.; MATOS, C. R. L. de; NETO, J. G.; SANTOS, L. R. dos. **Produção de vinhos**. Relatório. Belém, PA: UFPA, 2011.

SANTOS, A.M. dos. Cultivo do mirtilo do grupo Rabbiteye. In: ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2007, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa, p.57, 2007.

SANTOS, F., et al. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. *Química Nova*, 35(5), pg. 1004–1010, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000500025>

SANTOS, C.C.A.d.A.; DUARTE, W.. F.; CARREIRO, S. C.; SHCWAN, R. F. Inoculated fermentation of orange juice (*Citrus sinensis* L.) for production of a citric fruit spirit. *J. Inst. Brew.* 119 (4), 280–287, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/jib.89>

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L. Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jaboticaba. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 4, p.

890-896, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000400033>

SATO, M.; BAGCHI D.; TOSAKI, A.; DAS, D.K., Grape seed proanthocyanidin reduces cardiomyocyte apoptosis by inhibiting ischemia/reperfusion-induced activation of JNK-1 and C-JUN. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v.31, n.6, p.729–737, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(01\)00626-8](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(01)00626-8)

SEERAM, N. P.; ADAMS, L. S.; ZHANG, Y. J.; LEE, R.; SAND, D.; SCHEULLER, H. S. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(25), 9329-9339, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf061750g>

SENER, A.; CANBAS, A.; UNAL, M. U. The effect of fermentation temperature on the growth kinetics of wine yeast species. *Turk. J. Agric. For.*, v. 31, p. 349-354, 2007.

SILVA, J.K. da; CAZARIN, C.B.B.; CORREA, L.C.; BATISTA, A.G.; FURLAN, C.P.B.; BIASOTO, A.C.T.; PEREIRA, G.E.; CAMARGO, A.C. de; MARÓSTICA JUNIOR, M.R. Bioactive compounds of juices from two Brazilian grape cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.96, n.6, p.1990-1996, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7309>

SILVA, F.; ESCRIBANO-BAILO, M.; ALONSO, J.; RIVAS-GONZALO, J.; SANTOS-BUELGA, C. Anthocyanin pigments in strawberry. *LWT - Food Science Technology*; v.40, p. 374-382, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.018>

SILVA, M. B. de; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.

SIMÕES, C. M. O. *Farmacognosia: da Planta ao Medicamento* - 4ª Ed. - Editora UFRGS, 2002.

SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M. *Modern nutrition in health and disease*, 8. Ed. Philadelphia: Lea & Febiger, v.2, 2069 p., 1994.

SON, H. S.; HWANG, G. S.; AHN, H. J.; PARK, W. M.; LEE, C. H.; HONG, Y. S. Characterization of wines from grape varieties through multivariate statistical analysis of <sup>1</sup>H NMR spectroscopic data. *Food Research International*, v. 42, p. 1483-1491, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.08.006>

SOUZA LEÃO, P. C. A. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Embrapa Semi-Árido. Vitivinicultura no semiárido brasileiro*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 14 p., 2009.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A.; DA SILVA T. L.; LIMA L. C. O.; PIO R.; QUEIROZ F. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet

cherry fruits. *Food Chemistry*, v. 156, p. 362-368, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.125>

SOUZA, E. F.; BERNARDO, S.; CARVALHO, J. A. Função de produção da cana-de-açúcar em relação à água para três variedades em Campos dos Goytacazes. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.19, n.1, p.28-12, 1999.

SOUZA, V. C.; DOURADO, K. F.; LIMA, A. L. C.; BERNARDO, E.; CARACIOLLO, P. Relationship between nutritional status and immediate complications in patients undergoing colorectal surgery. *Journal of Coloproctology*, p. 83-91, may. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2237-93632013000200008>

STEFANELLO, F.; FRUET, A. Resíduo de cervejaria: bioatividade dos compostos fenólicos; aplicabilidade na nutrição animal e em alimentos funcionais. *Revista d Centro de Ciências Naturais e Exatas*, v. 18, p. 01 – 10, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236117012979>

SU, M. S.; SILVA, J. L. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) by-products as affected by fermentation. *Food Chemistry*, 97(3), 447-451, 2006. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236117012979>

SWAMI, S. B.; THAKOR, N.; DIVATE, A. D. Fruit wine production: a review. *Journal of Food Research and Technology*, v. 2, n. 3, p. 93-100, 2014.

TABELA Brasileira de Composição de Alimentos versão 2. Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em: [http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=taco\\_4\\_versao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf). Acesso em 06. jan. 2019.

TEBIB, K.; ROUANET, J.M.; BESANCON, P. Antioxidant effects of dietary polymeric grape seed tannins in tissues of rats fed a high cholesterol-vitamin E-deficient diet. *Food Chemistry*, Kidlington, v.59, n.1, p.135–141, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00253-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00253-1)

UMEH, S., UDEMEZUE, O. Pawpaw (*Carica papaya*) wine: with low sugar produced using *Saccharomyces cerevisiae* isolated from a local drink “Burukutu”. *Int. J. Biotechnol. Food Sci.* 5 (2), 17–22, 2015.

UNICA. Brazilian Sugarcane Industry Association. Disponível em <<http://www.unica.com.br/faq/>> Acessado em 10 de abril 2016.

UNICA. Brazilian Sugarcane Industry Association. Disponível em <<http://www.unica.com.br/documentos/publicacoes/>> Acessado em 18 de fev 2019.

USDA-ARS (US Department of Agriculture, Agricultural Research Service). USDA nutrient database for standard reference, Release 25, Software 1.2.2, from the Nutrient Data Laboratory Page on the World Wide Web, 2013.

USDA. Food Composition Databases Show Foods, Pineapple juice canned or bottled unsweetened with added ascorbic acid. (Accessed 12.09.2017). Winter, H.L., 1990. On the pharmacology of bromelain: an update with special regard to animal studies on dose dependent effects. *Planta Med.* 56, p. 249–253, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2006-960949>

VIANA, E. S.; REIS, R. C.; ROSA, R. C. C.; PÁDUA, T. R. P.; CARVALHO, M. R. Qualidade físico-química e sensorial de abacaxi pérola cultivado sob diferentes doses de adubação. *Anais CBCTA, Gramado (RS)*, 2016.

VILAS BOAS, A. C.; NASSUR, C. M. R.; CASTRO H., P.; PEREIRA, G. E.; LIMA L. C. O. Bioactive Compounds in wines produced in a new área for vitiviniculture in Brazil. *Elsevier*, 2017.

VRIESEKOOOP, F.; KRAHL, M.; HUCKER, B.; MENZ, G. 125th Anniversary Review: Bacteria in brewing: The good, the bad and the ugly. *J. Inst. Brew.*, n.118, p. 335–345, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1002/jib.49>

WALI, N. Chapter 3.34 - Pineapple (*Ananas comosus*). Nonvitamin and nonmineral nutritional supplements, *Academic Press*, p. 367-373, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812491-8.00050-3>

WALKER, E. Entrevista com a coordenadora de exportação gravada na sede administrativa da Casa Valduga, em 09 de julho de 2014.

WALKER, G. M.; STEWART, G. G. *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*, v. 2, n. 4, p. 1-30, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/beverages2040030>

WARD, O.P. *Biotechnology de la fermentacion*. Zaragoza, Editorial Acribia, 1991. 274p

WU, S., LONG, C., KENNELLY, E. J. Phytochemistry and health benefits of jaboticaba, an emerging fruit crop from Brazil. *Food Research International*, 54, 148–159, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.021>

YILMAZ, B., USTA, C. Ellagic acid-induced endothelium-dependent and endothelium-independent vasorelaxation in rat thoracic aortic rings and the underlying mechanism. *Phytother. Res.* 27 (2), 285–289, 2013. <https://doi.org/10.1002/ptr.4716>

YINSHAN, G.; ZAOZHU, N.; KAI, S.; JIA, Z.; ZHIHUA, R.; YUHUI, Z.; QUAN, G.; HONGYAN, G.; XIUWU, G. Composition and content analysis of sugars and organic acids for 45 grape cultivars from Northeast region of China. *Pakistan Journal of Botany*, v.49, n.1, p.155-160, 2017.

XIAO, K.; YUAN, Y.; XIAO, N.; et al. Enzymatic saccharification responses of *Eichhornia crassipes*, sugarcane bagasse and *Metasequoia glyptostroboides* to two oxidation pretreatments for biofuel production. *Industrial Crops & Products*, v. 107, p. 22-29, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.05.017>

XING-LIN, H., DE-LIANG, W., WU-JIU, Z., SHI-RU, J. The production of the Chinese baijiu from sorghum and other cereals. *J. Inst. Brew.* 123 (4), 600–604, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/jib.450>

XU, C.; YAGIZ, Y.; ZHAO, L.; SIMONNE, A.; LU, J.; MARSHALL, M.R. Fruit quality, nutraceutical and antimicrobial properties of 58 muscadine grape varieties (*Vitis rotundifolia* Michx.) grown in United States. *Food Chemistry*, v.215, p.149–156, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.163>

ZAUBERAS, R.T. et al. Planejamento estatístico de experimentos aplicado ao desenvolvimento de formulações para revestimentos cerâmicos. *Cerâmica*, v.50, n.313, p.33-37, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0366-69132004000100005>

ZENI, A. L. B. O uso de plantas medicinais em uma comunidade rural de Mata Atlântica – Nova Rússia, SC, *Neotropical Biology and Conservation*, 6 (1), 55-63, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4013/nbc.2011.61.07>

ZHENG, X.W., YAN, Z., HAN, B.Z., ZWIETERING, M.H., SAMSON, R.A., BOEKHOUT, T., NOUT, M.J.R. Complex microbiota of a Chinese “Fen” liquor fermentation starter (Fen-Daqu), revealed by culture-dependent and culture-independent methods. *Food Microbiol.* 31 (2), 293–300, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.03.008>

ZINNAI A., VENTURI F., SANMARTIN C., QUARTACCI M. F., ANDRICH G.. Kinetics of D-glucose and D-fructose conversion during the alcoholic fermentation promoted by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 115, n. 1, p. 43-49, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2012.08.008>