

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSAMENTO DE DERIVADOS DE
FRUTAS E HORTALIÇAS**

ALESSANDRA SOUSA CORDEIRO DE SÁ

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE BEBIDAS FERMENTADAS DE PITAIA
(*H. UNDATUS*) CULTIVADA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO**

**PETROLINA-PE
2015**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO**

ALESSANDRA SOUSA CORDEIRO DE SÁ

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE BEBIDAS FERMENTADAS DE PITAIA
(*H. UNDATUS*) CULTIVADA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano como requisito parcial para obtenção do Certificado de Especialista em Processamento de Derivados de Frutas e Hortaliças.

Orientador: Prof. Dr. Marcos dos Santos Lima

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a Luciana Cavalcanti de Azevedo

**PETROLINA-PE
2015**

MARCOS DOS SANTOS LIMA

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE BEBIDAS FERMENTADAS DE PITAIA
(*H. UNDATUS*) CULTIVADA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO**

APROVADA EM: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a Luciana Cavalcanti de Azevedo
-Co-orientadora-
-Examinadora-
IF Sertão Pernambucano

Prof^a. MSc Ana Paula André Barros
-Examinadora-
IF Sertão Pernambucano

Dr^a Ana Cecilia Poloni Rybka
-Examinadora-
Embrapa Semiárido

**PETROLINA-PE
2015**

À aquele que sempre esteve comigo nos momentos mais difíceis, DEUS, meu pai, amigo e companheiro eterno.

À minha família pelo apoio, compreensão e incentivo durante toda esta etapa.

Ao meu esposo Alexandre, meus filhos Pedro Guilherme e João Victor pelo apoio incondicional.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram e acreditaram em mim.

Aos meus professores do Curso de Pós-Graduação pelo incentivo e apoio.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram de forma direta e indireta para realização deste trabalho;

Ao Sr. Roberto Barros pela concessão da matéria-prima e equipamento para execução desta pesquisa;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano pelo apoio, incentivo e disponibilização dos laboratórios para execução do experimento;

A Prof^a Luciana Cavalcanti pelo incentivo e apoio incondicional;

Ao Prof^o Marcos Lima pela orientação, paciência e atenção em todos os momentos;

A Emanuela Monteiro pelo incentivo e empréstimo de livros;

A Genilda Carvalho pela ajuda no Laboratório Experimental de Alimentos;

A Pedro Guilherme Sá e Érica Patricia Santos pela ajuda na execução deste trabalho;

A Prof^a Ana Paula Barros e Islaine pela disponibilização do laboratório da Escola do Vinho e ajuda com as análises;

A todos os meus professores.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo elaborar e caracterizar bebidas fermentadas de pitáia (*H. undatus*) cultivada no semiárido nordestino. A partir da polpa e da casca da pitáia foram formulados mostos com teor de sólidos solúveis de 18 °Brix para obtenção de bebidas alcoólicas com graduação entre 4-18%. Os mostos foram inoculados com a levedura seca ativa, *S. cerevisiae* var. *bayanus*, sendo a fermentação conduzida entre 15-18 °C. Para a maceração foi utilizado o preparado enzimático líquido base de pectinase. Durante o processo fermentativo as bebidas foram monitoradas por meio das análises de pH, acidez titulável e densidade. Ao término da fermentação obteve-se o fermentado branco (polpa) e o fermentado tinto (polpa com casca). Sendo que partir destes, foram formulados os fermentado branco licoroso e tinto licoroso. As bebidas obtidas foram avaliadas quanto às características físico-químicas, teor de fenólicos totais, açúcares, ácidos orgânicos e álcoois, sendo estes últimos quantificados por HPLC. A atividade antioxidante das bebidas foi determinada pelos métodos DPPH e ABTS. Os resultados obtidos mostraram que pitáias cultivadas no semiárido nordestino, Petrolina-PE, apresentaram potencial para elaboração de bebidas fermentadas e licorosas. As caracterizações das bebidas mostraram que se faz necessário ajustes no protocolo de elaboração, principalmente em relação a diminuição das concentrações de ácido acético e metanol. As bebidas obtidas apresentaram um bom conteúdo bioativo, e atividade antioxidante maiores que as reportadas para fermentados de outras regiões mundiais, sendo uma possível alternativa de processamento para esse fruto perecível.

Palavras-chave: pitáia, atividade antioxidante, bebidas alcoólicas

ABSTRACT

This study aimed to elaborate and characterize fermented beverages obtained from pitaia fruits (*H. undatus*) cultivated in the northeaster's semi-arid region. The musts were formulated from the pulp and the peel of pitaia fruits with a soluble solids content of 18 °Brix in order to obtain beverages with an alcoholic content between 4 and 18 %. The musts were inoculated with active dry yeast *S. cerevisiae* var. *bayanus* and the fermentation process was conducted at 15 to 18 °C. An enzymatic mixture containing pectinases was used in the maceration process. During the process the beverages were monitored through pH, titratable acidity, and density analysis. At the end of the fermentation process a white fermented beverage (pulp) and a red fermented beverage (pulp and peel) were obtained. These latter were used to formulate the white fermented liqueur and red fermented liqueur, respectively. The beverages obtained were evaluated regarding its physicochemical properties, total phenolic content, sugar content, organic acids and alcohol content, being these latter quantified by HPLC. The beverages antioxidant activities were assessed through DPPH and ABTS methods. The results obtained showed that the pitaia fruits cultivated in the northeaster's semi-arid region, Petrolina-PE, have potential for elaboration of fermented beverages and liqueurs. The characterizations of the beverages showed that some adjusts are necessary in the elaboration protocol in order to decrease the acetic acid and methanol concentrations. The beverages obtained showed a good bioactive content and antioxidant activities higher than others reported to fermented beverages from other regions in the world, being an alternative way to process this perishable fruit.

Keywords: pitaia, antioxidant activity, alcoholic beverages

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Principais espécies de pitaias.	14
Figura 2:	Folder de apresentação da Feira Nacional de Agricultura Irrigada 2014.	15
Figura 3:	Fórmulas estruturais da betalaína (a), betacianina (b) e da betaxantina (c).	16
Figura 4:	Fluxograma das etapas básicas para elaboração de fermentado alcoólico.	18
Figura 5:	Plantio comercial de pitaia (<i>Hylocereus undatus</i>) em Petrolina-PE.	21
Figura 6:	Etapas do processo de obtenção dos fermentados de pitaia branco e tinto.	22
Figura 7:	Frutos de pitaia.	23
Figura 8:	Fracionamento das pitaias em escamas (a), polpa (b) e cascas (c).	23
Figura 9:	Fermentado branco (a) e fermentado tinto (b).	24
Figura 10:	Fermentados alcoólicos de pitaia (<i>H. undatus</i>) cultivadas em Petrolina PE.	25
Figura 11:	Cromatograma de separação e detecção simultânea dos padrões de ácidos orgânicos e açúcares por HPLC nos detectores DAD e RID.	29
Figura 12:	Coordenadas de cromaticidade L*a*b* para casca e polpa de pitaia cultivada no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina PE.	34
Figura 13:	Conteúdo fenólico total e atividade antioxidante de fermentados de pitaia (<i>H. undatus</i>) cultivadas em Petrolina-PE.	39
Figura 14:	Análise de correlação entre o conteúdo fenólico total e as atividades antioxidantes de fermentados alcoólico e licoroso de pitaia (<i>H. undatus</i>).	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Análises físico-químicas de pitaias cultivadas em Petrolina-PE.	32
Tabela 2:	Análises clássicas e cor dos fermentados de pitaias cultivadas em Petrolina-PE.	34
Tabela 3:	Valores de açúcares, ácidos orgânicos e álcoois dos fermentados de pitaias (<i>H. undatus</i>) cultivadas em Petrolina PE.	36

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABTS:** Ácido 2,2'-azinobis
AOX: Atividade antioxidante
AT: Acidez titulável
DAD: Detector de arranjos diodos
DPPH: 2,2-difenil-1-picril hidrazil
FB: Fermentado branco
FBL: Fermentado branco licoroso
FRAP: Capacidade redutora férrica do plasma
FT: Fermentado tinto
FT: Fenólicos totais
FTL: Fermentado tinto licoroso
HPLC: Cromatografia líquida de alta eficiência
PEP: Preparado enzimático a base de pectinase
RID: Detector de índice de refração.
SS: Sólidos solúveis
TEAC: Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.2 OBJETIVO GERAL	13
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Pitaia: origem, produção e comercialização	14
2.2 Novas culturas no Semiárido nordestino	15
2.3 Composição química da pitaia	16
2.4 Atividade antioxidante de espécies de pitaia	17
2.5 Fermentados alcoólicos de frutas	17
2.6 Principais compostos químicos presentes em bebidas fermentadas	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Aquisição dos frutos e execução do experimento	21
3.2 Elaboração dos fermentados de pitaia	21
3.3 Análises físicas dos frutos	25
3.4 Análises clássicas	25
3.4.1 pH	25
3.4.2 Sólidos Solúveis (SS)	25
3.4.3 Acidez titulável (AT)	26
3.4.4 Dióxido de enxofre livre	26
3.4.4.1 Quantificação do Anidrido Sulfuroso Livre	26
3.4.4.2 Desconto dos polifenóis para mostos tintos	27
3.4.4.3 Cálculo do teor de SO ₂ livre real para mostos tintos	27
3.5 Dióxido de enxofre total	27
3.6 Teor alcoólico	27
3.7 Análise de cor	28
3.8 Análises de açúcares, ácidos orgânicos por HPLC-DAD-RID	28
3.9 Análises de álcoois por HPLC-RID	29
3.10 Quantificação de fenólicos totais	30
3.11 Determinação da atividade antioxidante DPPH e ABTS	30

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Análises físico-químicas da pitaia	32
4.2 Análises clássicas e cor dos fermentados alcoólicos	34
4.3 Açúcares, ácidos orgânicos e álcoois quantificados por HPLC	36
4.4 Conteúdo bioativo total e atividade antioxidante dos fermentados alcoólicos de pitaia	39
4.5 Correlação linear entre o conteúdo fenólico total e as atividades antioxidantes dos fermentados alcoólicos de pitaia	40
5. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

O consumo de frutas exóticas tem apresentado crescimento nos últimos anos, devido ao interesse de consumidores por esses frutos (DENBITSKY et al., 2011). Uma das frutas que vêm se destacando dentro do mercado de frutos exóticos é a pitaita (pertencente à família *Cactacea*). Existem várias espécies denominadas de “pitaitas”, dentre as quais a pitaita vermelha com polpa branca (*Hylocereus undatus*) é uma das mais cultivadas atualmente, devido ao fato de seus frutos apresentarem sabor doce e suave, e aspecto visual bastante atrativo (JUNQUEIRA, et al. 2010; DENBITSKY et al., 2011).

Originárias de regiões de florestas tropicais na América Central, as pitaitas são encontradas em países como Costa Rica, Venezuela, Uruguai, Brasil, Colômbia e México (MIZHARY, NERD & NOBEL, 1997). Esse fruto também é cultivado em larga escala na Malásia, Tailândia, Vietnã, Taiwan e outras partes do mundo (HOR et al., 2012). Apenas no estado de São Paulo, Brasil, foram comercializadas 405 toneladas desta fruta no ano de 2014 (PROHORT, 2015), entretanto o cultivo da pitaita vêm se difundindo em outras regiões brasileiras, como no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina – PE, região reconhecida mundialmente pelo cultivo e exportações de frutas como manga e uva.

As pitaitas podem ser consumidas *in natura* ou na forma de produtos como sorvetes, sucos, iogurte, geleia e bebida fermentada. Devido ao seu sabor doce e suave, e às suas propriedades nutricionais e funcionais, a pitaita é um fruto bem aceito e valorizado nos mercados consumidores (ORTIZ-HERNÁNDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012; DENBITSKY et al., 2011). Pitaitas são frutos que apresentam bom potencial em relação a fibras solúveis, ácido ascórbico, potássio, prebióticos e atividade antioxidante, para utilização na dieta humana (ABREU et al., 2012; ONG et al., 2012).

Substâncias antioxidantes desempenham um papel importante na saúde humana, pois estão associadas à prevenção de diversas enfermidades como doenças degenerativas, câncer e doenças cardiovasculares. Dentre os compostos antioxidantes, as betacianinas, flavonoides e ácidos fenólicos estão presentes em pitaitas das espécies *Hylocereus polyrhizus* (pitaita vermelha com polpa vermelha) e *Hylocereus undatus*, sugerindo que pitaitas possam ser fonte de substâncias bioativas (KIM et al., 2011; TENORE, NOVELLINO & BASILE, 2012).

Segundo Ochoa-Velasco et al. (2012) a pitiaia é uma fruta com alto conteúdo de sólidos solúveis e alto valor de pH, o que dificulta a sua conservação na forma *in natura* devido as condições favoráveis para o desenvolvimento microbiano. Desse modo, existe a necessidade de desenvolvimento de produtos com esse fruto para a diminuição das perdas pós-colheita provocadas por diversos fatores, e se ter um melhor aproveitamento desta matéria-prima perecível.

Em condições industriais de processo a pitiaia tem sido utilizada, por exemplo para a produção de sorvetes, bebidas fermentadas, fruto desidratado e extração de pectinas e matéria corante (betacianinas) a partir das cascas (ORTIZ-HERNÁNDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012).

1.1 OBJETIVO GERAL

Realizar caracterização físico-química de frutos, elaborar e caracterizar bebidas fermentadas de pitaia (*Hylocereus undatus*) cultivada no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina-PE.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Realizar caracterização físico-química de frutos de pitaia;
- 2) Elaborar fermentado alcoólico utilizando casca e polpa dos frutos;
- 3) Elaborar fermentados licorosos branco e tinto a partir dos fermentados alcoólicos da pitaia;
- 4) Realizar caracterização química das bebidas fermentadas; e
- 5) Medir o potencial bioativo e atividade antioxidante dos produtos elaborados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Pitaia: origem, produção e comercialização*

Pertencente à família *Cactaceae* e originária das florestas tropicais da América Central e América do Sul, a pitaia apresenta diversos gêneros, dentre eles os mais cultivados é *Hylocereus* e *Selenicereus* (CASAS & BARBERA,2002). No gênero *Hylocereus* encontram-se as espécies: *H. undatus*, *H. polyrhizus* e *H. costaricensis* e no gênero *Selenicereus* a espécie *S. megalanthus*. Conforme mostrado na Figura 1, a espécie *H. undatus* apresenta casca vermelha e polpa branca, a *H. polyrhizus* casca vermelha e polpa vermelha, e a *S. megalanthus* casca amarela e polpa branca (FERNANDES et al., 2010).

Figura 1. Principais espécies de pitaias.



(a) *H. undatus*

(b) *H. polyrhizus*

(c) *S. megalanthus*

Fonte: Adaptado de (Google imagens, 2015).

No Brasil existem pequenas áreas de produção de pitaia situadas na região de Catanduva, no Estado de São Paulo. O cultivo da pitaia no Brasil tem pouco mais de 15 anos e tem como maiores produtores os Estados de São Paulo, Minas, Ceará, Paraná e Goiás, sendo o estado de São Paulo responsável por 92% da quantidade comercializada na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP (SILVA, 2014). De acordo com o Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro (PROHORT) no ano de 2013 foram comercializadas na CEAGESP 313,4 toneladas da fruta, enquanto que em 2014 a quantidade subiu para 405 toneladas representando um aumento da sua comercialização de 22,6%.

2.2 Novas culturas no Semiárido nordestino

Localizado entre os paralelos 8 e 9º do Hemisfério Sul, cujo clima, BSh segundo classificação Köppen, é caracterizado como tropical semiárido, com temperatura média anual em torno dos 26°C, pluviosidade de aproximadamente 500 mm e altitude de 330 m em relação ao nível do mar (TEIXEIRA & AZEVEDO, 1996), o Submédio do São Francisco é reconhecido mundialmente por ser um grande polo produtor de frutas, com destaque para a produção de uva e manga.

Com o objetivo de viabilizar a diversificação de culturas nos perímetros irrigados, atender as necessidades dos produtores e garantir a sustentabilidade à agricultura irrigada, desde 2005 vem sendo implantados e mantidos experimentos com novas culturas no Vale do São Francisco – fronteira semiárida da Bahia com Pernambuco (CODEVASF, 2013). A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, tem realizado pesquisas voltadas para a identificação das melhores técnicas de manejo e adaptação de culturas de maçã, pera, caqui, ameixa, romã e cítricos (CODEVASF, 2014).

As novas culturas (Figura 2) foram tema em 2014 da Feira Nacional de Agricultura Irrigada (FENAGRI) que aconteceu na cidade de Petrolina, dentre as quais está a pitaia (*H. undatus*).

Figura 2. Folder de apresentação da Feira Nacional de Agricultura Irrigada 2014.



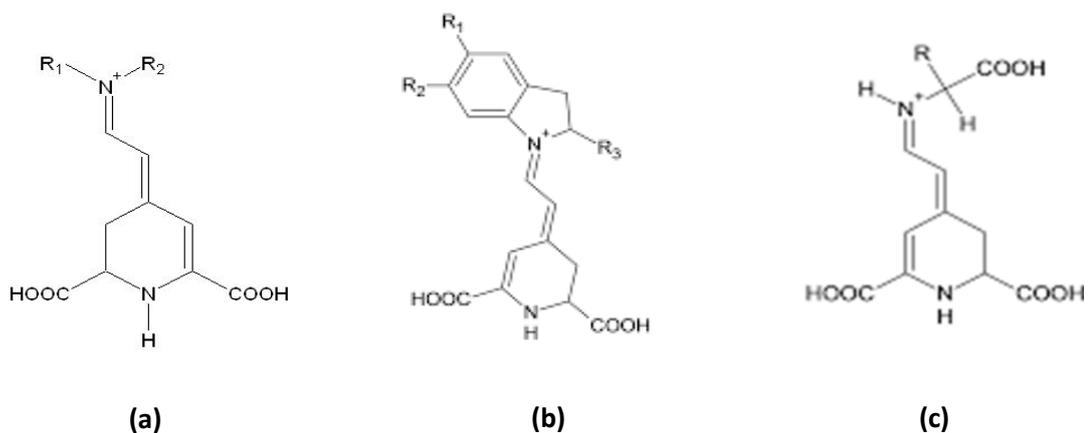
Fonte: Adaptado de (EMBRAPA, 2014).

2.3 Composição química da pitaiá

Polpas de pitaias (*H. undatus*) contêm glicose, frutose e oligossacarídeos de diversos pesos moleculares, totalizando entre 86 e 90 g.kg⁻¹. As peles contêm aproximadamente 150 mg.100g⁻¹ de betacianinas, 10,8% de pectina, 10 a 12% de proteínas e 7 a 8% de fibras solúveis (ORTIZ-HERNÁNDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012). Ong et al. (2012) mencionam que o teor de sólidos solúveis em pitaias (*H. polyrhizus*) variam entre 7,1 e 10,7 graus Brix, e a composição de açúcares é composta por glicose (30 a 54 g L⁻¹) e frutose (4 a 71 g L⁻¹).

Segundo Mello et al. (2015), a cor característica das cascas da pitaiá está relacionada a presença de pigmentos betaláinas (Figura 3a). Estas substâncias consistem em pigmentos nitrogenados, solúveis em água e que são responsáveis pela coloração atrativa de alguns frutos e flores. São classificadas ainda em dois subgrupos: as betacianinas (Figura 3b), responsáveis pela coloração vermelha/violeta, e as betaxantinas (Figura 3c), pela coloração amarela alaranjada. Suh et al. (2014) identificaram diversas betacianinas, betaxantinas e precursores destes pigmentos em pitaias das espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus*, além de flavonoides. E mencionaram que as cascas destes frutos, cultivados na Coreia do Sul, possuem um alto teor de compostos fenólicos.

Figura 3. Fórmulas estruturais da betaláina (a), betacianina (b) e da betaxantina (c).



Fonte: Adaptado de (Google imagens, 2015).

2.4 Atividade antioxidante de espécies de pitaias

Diversos métodos têm sido utilizados para avaliar a atividade antioxidante de pitaias. Os autores Suh et al. (2014) empregaram técnicas de medição com 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH), ácido 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolona-6-sulfônico) (ABTS) e capacidade redutora férrica do plasma (FRAP) para medição da atividade antioxidante de espécies *H. polyrhizus* e *H. undatus* cultivadas na Coréia do Sul. Já Luo et al. (2014) utilizaram a técnica com DPPH e concluíram que extratos obtidos de *H. polyrhizus* e *H. undatus* cultivadas na China possuem boa atividade antioxidante.

Os métodos com DPPH e FRAP foram comparados por Mello et al. (2015) para avaliar a atividade antioxidante de *H. undatus* cultivada em Brasília-DF, e concluiu-se que o método com DPPH apresentou melhor desempenho que o FRAP. Técnicas de medição de atividade antioxidante pelos métodos de sequestro de radicais Hidroxil e Alquila também foram empregados na medição em pitaias *H. polyrhizus* e *H. undatus* (KIM et al., 2011).

2.5 Fermentados alcoólicos de frutas

As bebidas fermentadas apresentam-se como alternativa para o desenvolvimento de tecnologias para a obtenção de produtos com maior período de vida útil e maior valor agregado, como também contribuem para redução de perdas pós-colheita de frutos perecíveis (MUNIZ et al., 2002).

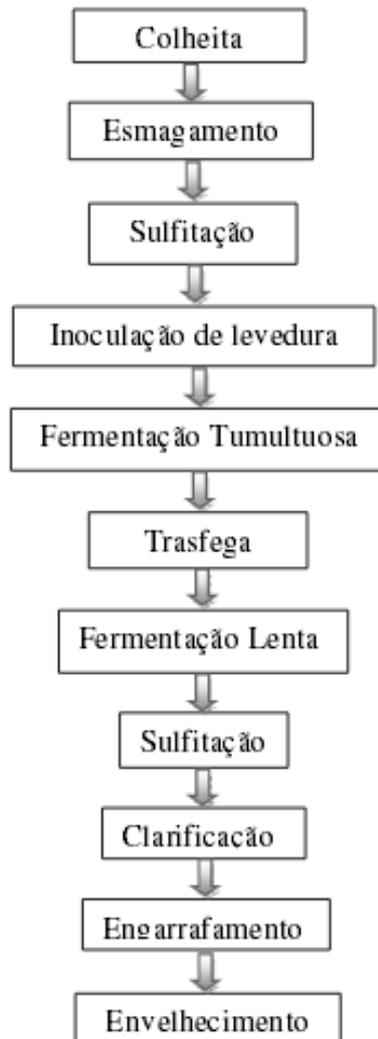
Além da uva, outras frutas têm sido utilizadas para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas, entre as mais difundidas estão a maçã utilizada na produção da Sidra e a pêra cujo mosto fermentado produz o “Perry”. O número de trabalhos de pesquisa relativos ao emprego de frutas na produção de bebidas alcoólicas fermentadas vem crescendo, com destaques para o uso do Kiwi, banana, cajá, manga, acerola, jabuticaba, graviola, cacau, laranja e gabioba (FILHO, 2010).

De acordo com o regulamento técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para fermentados de fruta, aprovado pela Portaria nº 64 de 23 de abril de 2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), “fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica de 4 (quatro) a 14 (quatorze) por cento em volume (%v/v), a vinte graus Celsius, obtida da fermentação

alcoólica do mosto de fruta são, fresca e madura, podendo ser utilizados como ingredientes opcionais o açúcar e a água”.

O planejamento do processo de elaboração de bebidas fermentadas consiste em uma etapa fundamental para obtenção de um produto de boa qualidade. Dependendo da matéria-prima, torna-se necessário a avaliação do processo a ser empregado, principalmente quando utilizadas frutas que ainda não foram utilizadas na produção de bebidas alcoólicas (FILHO, 2010). O fluxograma apresentado na Figura 4 ilustra as etapas básicas do processamento de frutas para obtenção de bebidas fermentadas.

Figura 4. Fluxograma das etapas básicas para elaboração de fermentado alcoólico.



Fonte: Adaptado de (BRANDÃO, 2013)

Dentro deste processo a fermentação alcoólica é o fenômeno responsável pela transformação do açúcar em álcool (etanol) e gás carbônico, além de outros produtos secundários, como ácidos orgânicos. De acordo com Rizzon, Zanuz & Manfredini (1994) e Sachs (2001), aspectos como a utilização do metabissulfito de potássio na quantidade adequada impede o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis durante a fermentação, tais como a proliferação de bactérias responsáveis pelo avinagramento.

O uso de pé-de-cuba de leveduras facilita a partida da fermentação alcoólica e normalmente é utilizada uma cultura pura com levedo selecionado. As leveduras utilizadas são da espécie *Saccharomyces cerevisiae* variedades *ellipsoideus*, *uvarum* e *bayanus*. O controle da temperatura durante a fermentação também é muito importante, pois facilita a extração dos compostos fenólicos. Isto pode ser feito através de remontagens que evita o aumento temperatura devido à geração de calor durante o processo fermentativo.

2.6 Principais compostos químicos presentes em bebidas fermentadas

A composição química de bebidas fermentadas está relacionada com a presença de substâncias originadas do fruto utilizado, das transformações ocorridas durante o processo fermentativo e reações químicas ocorridas durante a estocagem.

Os ácidos orgânicos são metabólitos primários presentes nas frutas, e o perfil e concentração destes compostos são importantes parâmetros para o processamento e composição química de bebidas fermentadas (ALI et al., 2010). O conteúdo de ácidos como tartárico, málico e láctico nestes produtos influenciam diretamente no equilíbrio gustativo, estabilidade química e pH (KEREM et al., 2004). A presença do ácido acético em altas concentrações, pode ser um indicador de alterações microbiológicas ou uso de matérias-primas de baixa qualidade na elaboração de bebidas (LIMA et al., 2014).

Outro grupo de metabólitos primários presentes nas frutas, relacionados com a qualidade de bebidas fermentadas são os açúcares. A glicose e frutose são os principais açúcares presentes em vegetais, e com o processo de fermentação alcoólica destes compostos, sua presença se dá em baixas concentrações nas bebidas fermentadas (ALI et al., 2010).

A fermentação alcoólica além de transformar os açúcares em etanol (principal produto da fermentação alcoólica) gera centenas de outras substâncias químicas, mas em destaque podemos citar o glicerol, ácido acético, álcoois superiores, aldeídos, ésteres e ácidos orgânicos. Essas substâncias são responsáveis pela formação do aroma que caracteriza o produto final. Os álcoois superiores constituem um grupo de compostos encontrados em grande número nas bebidas alcoólicas e exercem papel importante no aroma e sabor da bebida. Os principais álcoois superiores encontrados em fermentados alcoólicos são o n-propanol, isobutanol, 2-feniletanol, álcool isoamílico, álcool amílico e hexanol (DIAS, PANTOJA & SCHWAN, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aquisição dos frutos e execução do experimento

Pitaias da cultivar *Hylocereus undatus* foram coletadas de um pomar em produção para comercialização (Figura 5) situado na Fazenda R. R. Fruticultura, localizada no Lote 09, Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho, Petrolina-PE. As colheitas foram realizadas no período de 26 a 30 de janeiro de 2015.

Figura 5. Plantio comercial de pitaia (*Hylocereus undatus*) em Petrolina-PE.



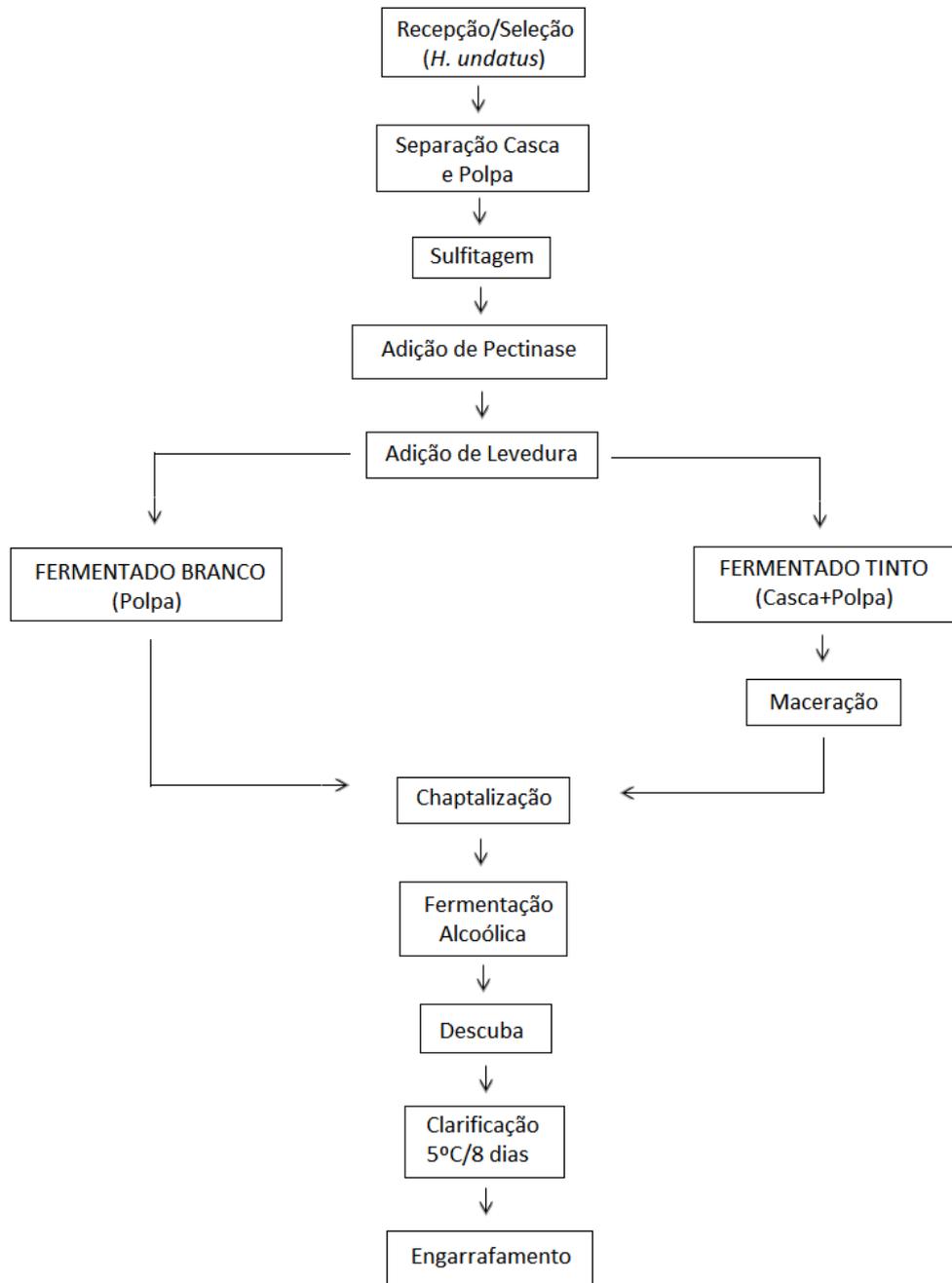
Fonte: (Próprio autor, 2015).

Os fermentados de pitaia foram elaborados no Laboratório Experimental de Alimentos-LEA do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF SERTÃO – PE) Campus Petrolina. As análises clássicas foram feitas na Escola do Vinho do IF SERTÃO – PE, Campus Petrolina Zona Rural, e as análises cromatográficas no Laboratório de Cromatografia do IF SERTÃO – PE Campus Petrolina.

3.2 Elaboração dos fermentados de pitaia

As etapas do processo de obtenção das bebidas fermentadas de pitáia estão apresentadas na Figura 6 e discutidos a seguir.

Figura 6. Etapas do processo de obtenção dos fermentados de pitáia branco e tinto.



Os frutos de pitáia (Figura 7) foram selecionados, higienizados em água corrente para remoção das sujidades grosseiras, sendo cortados e separados em polpa e polpa+casca (Figura 8).

Figura 7. Frutos de pitaia. Fonte: Próprio autor.



Figura 8. Fracionamento das pitaias em escamas (a), polpa (b) e cascas (c).



(a)



(b)



(c)

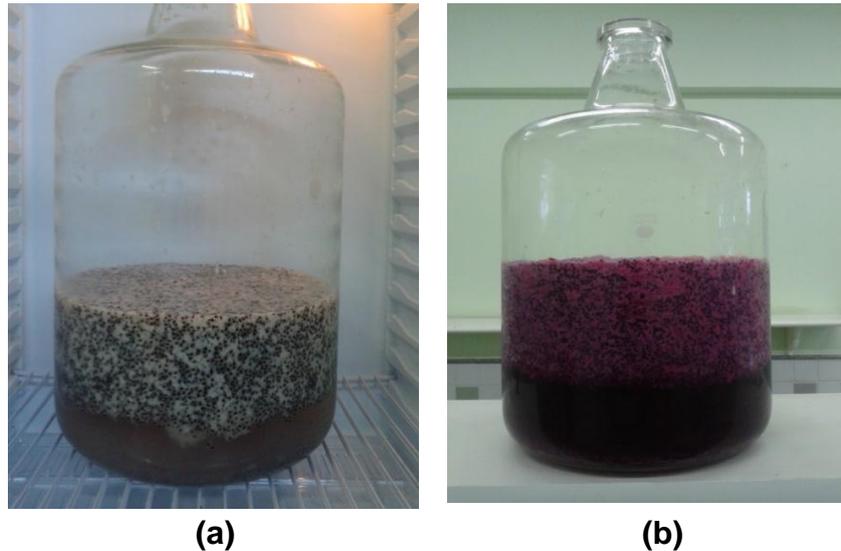
Fonte: Próprio autor.

Inicialmente determinou-se a obtenção de um fermentado (branco e tinto), o fermentado branco foi constituído apenas de polpa e o fermentado tinto de polpa e casca. O grau alcoólico final dos fermentados da polpa e polpa+casca foi fixado em 10% sendo realizada a chaptalização do mosto com adição de sacarose até a obtenção de 18° Brix. Também se fez a adição de ácido tartárico para baixar o pH inicial do mosto de 4,7 para 3,6. Os mostos corrigidos foram adicionados de preparado enzimático líquido a base de pectinase (Endozym[®] Pectofruit PR) na dose

de 4,0 mL 100 kg⁻¹ de mosto, e posteriormente foi adicionado 40 mg L⁻¹ de dióxido de enxofre.

O mosto corrigido e sulfitado foi adicionado de levedura *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus* na dose de 200 mg L⁻¹. A fermentação alcoólica foi conduzida em garrafão de vidro para microvinificação (Figura 9), em temperatura de 15 a 18°C, e durou um período de 23 dias.

Figura 9. Fermentado branco (a) e fermentado tinto (b).

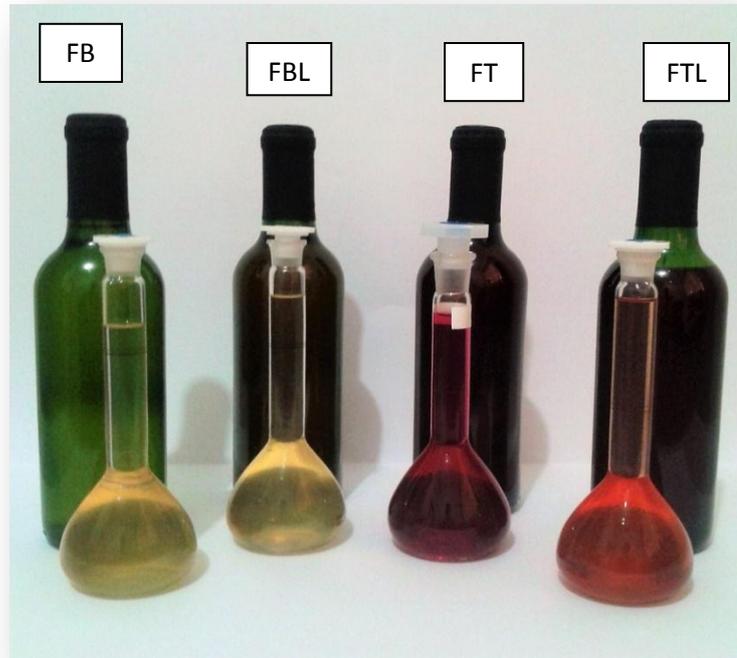


Fonte: Próprio autor.

Durante a fermentação alcoólica foram realizadas uma remontagem/dia. Ao término do processo de fermentação alcoólica realizou-se a descuba das cascas e sementes (sobrenadante). Os fermentados foram transferidos para garrafas com capacidade para 1 litro e mantidos sob refrigeração a temperatura de 8°C durante oito dias para clarificação espontânea. Após o término da clarificação realizou-se a desborra, e estes fermentados foram denominados de branco (FB) e tinto (FT).

Para obtenção dos fermentados licorosos (branco e tinto), realizou-se a fortificação do FB e FT com adição de álcool vínico (67% de etanol) até a obtenção de um grau alcoólico final de 16%. Também se fez a correção da concentração de açúcares para um valor final de 150 g L⁻¹, com a finalidade de se obter fermentados licorosos “doces” em atendimento a legislação brasileira (BRASIL, 2012). As bebidas obtidas foram envasadas em garrafa de vidro “verde” de 375 mL (Figura 10), fechadas com rolha sintética (elastômero) e armazenadas até a realização dos ensaios.

Figura 10. Fermentados alcoólicos de pitiaia (*H. undatus*) cultivadas em Petrolina PE.



Fonte: Próprio autor.

Legenda: FB – fermentado branco; FBL – fermentado branco licoroso; FT – fermentado tinto e FTL – fermentado tinto licoroso.

3.3 Análises físicas dos frutos

As dimensões de comprimento e largura do fruto foram determinadas utilizando-se paquímetro digital modelo 150mm/60,01 marca Digimess, e o peso médio em balança semi-analítica modelo UX620H, todos medidos em 50 frutos.

3.4 Análises clássicas

3.4.1 pH

O pH do foi determinado segundo Brasil (2005), utilizando um potenciômetro digital de bancada modelo pH Analyser (Tecnal, Brasil).

3.4.2 Sólidos Solúveis (SS)

A análise foi realizada em refratômetro digital modelo HI 96801 (Hanna, Estados Unidos).

3.4.3 Acidez titulável (AT)

A determinação da acidez titulável foi realizada segundo metodologia descrita na AOAC (2000). Transferiram-se 5 mL da amostra para um frasco Erlenmeyer de 250 mL contendo 45 mL de água destilada. Titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até coloração azul, usando 3 gotas de solução de azul de bromotimol 1% como indicador. Os resultados foram calculados conforme a equação abaixo:

$$AT = 1000 \times n \times N / V$$

Sendo,

At = Acidez titulável em g L⁻¹; n = volume da solução de NaOH gasto na titulação; N = normalidade da solução de NaOH; V = volume da amostra em mL.

3.4.4 Dióxido de enxofre livre

A análise foi realizada de acordo com Ribéreau-Gayon, Peynaud, Ribéreau-Gayon. P., (1980). Inicialmente o fermentado foi acidificado para evitar a oxidação dos polifenóis e em seguida o anidrido sulfuroso é oxidado pelo iodo utilizando-se amido como indicador até o aparecimento da cor azul. No caso do desconto de polifenóis para mostos tintos e rosados a água oxigenada oxida o anidrido sulfuroso livre, permitindo somente a titulação destes polifenóis. A diferença entre as duas titulações resulta no anidrido sulfuroso real (SO₂ livre real).

3.4.4.1 Quantificação do Anidrido Sulfuroso Livre

Pipetou-se 25 mL da amostra no erlenmeyer, agitando-o o mínimo possível. Agregou-se a amostra 2,5mL de H₂SO₄ 1:3, juntamente com 2 mL de solução de amido a 1%. Homogeneizou-se. Titulou-se com iodo 0,02N até o aparecimento da cor azul. Anotou-se o volume (mL) gasto de iodo. Os resultados SO₂ livre foram calculados conforme a equação abaixo:

$$\text{mL de Iodo } 0,02N \text{ gastos } \times 0,025 = \text{g/L de SO}_2 \text{ livre}$$

3.4.4.2 Desconto dos polifenóis para mostos tintos

Colocou-se no erlenmeyer 25 mL dos fermentados tintos. Adicionou-se 5 gotas de água oxigenada 10 volumes, 2,5 mL de solução de amido a 1% e 2,5 mL de ácido sulfúrico 1:3. Titulou-se com iodo 0,02N até o ponto de viragem na cor azul escuro (RIBÉREAU-GAYON.J; PEYNAUD.E; SUDRAUD. P; RIBÉREAU-GAYON.P 1980). Os resultados do teor de polifenóis dos fermentados tintos foram calculados conforme equação abaixo:

$$\text{mL de Iodo } 0,02N \text{ gastos } \times 0,025 = \text{g/L de polifenóis expressos em SO}_2$$

3.4.4.3 Cálculo do teor de SO₂ livre real para mostos tintos

$$\text{SO}_2 \text{ livre real (g/L)} = \text{g/L de SO}_2 \text{ livre} - \text{g/L de polifenóis expressos em SO}_2$$

3.5 Dióxido de enxofre total

Pipetou-se 25 mL da amostra e agitou-se o mínimo possível, depositando-a esta no Erlenmeyer. Agregou-se 12,5ml de NaOH 1N a amostra. Homogeneizou-se e fechou-se o erlenmeyer por 15 minutos. Em seguida, retirou-se a tampa, adicionou-se à amostra 5 mL de H₂SO₄ 1:3 e 2 mL de solução de amido a 1%. Titulou-se a amostra com iodo 0,02 N até o ponto de viragem que é de cor azul escuro. Anotou-se o volume (mL) gasto de iodo e calculou-se o resultado conforme equação abaixo:

$$\text{mL de Iodo } 0,02N \text{ gastos } \times 0,025 = \text{g/L de SO}_2 \text{ total}$$

3.6 Teor alcoólico

O método baseia-se na separação do álcool por destilação da amostra e sua posterior quantificação de acordo com a densidade relativa do destilado a 20 °C. Colocou-se 200 mL do fermentado em balão volumétrico, aferiu-se e anotou-se a

temperatura inicial. Transferiu-se o fermentado para o balão de destilação, enxaguando o balão volumétrico 3 vezes com água destilada, sem exceder os 20 mL. Colocou-se a água do enxague no balão de destilação. Destilou-se até se obter 2/3 do volume do balão volumétrico. Adicionou-se água destilada até atingir a temperatura inicial (antes da destilação). Aferiu-se o balão volumétrico e transferiu-se a solução hidroalcoólica para uma proveta, submergindo o alcoômetro na solução. Fez-se a leitura da temperatura a 20 °C (BRASIL, 2005).

3.7 *Análise de cor*

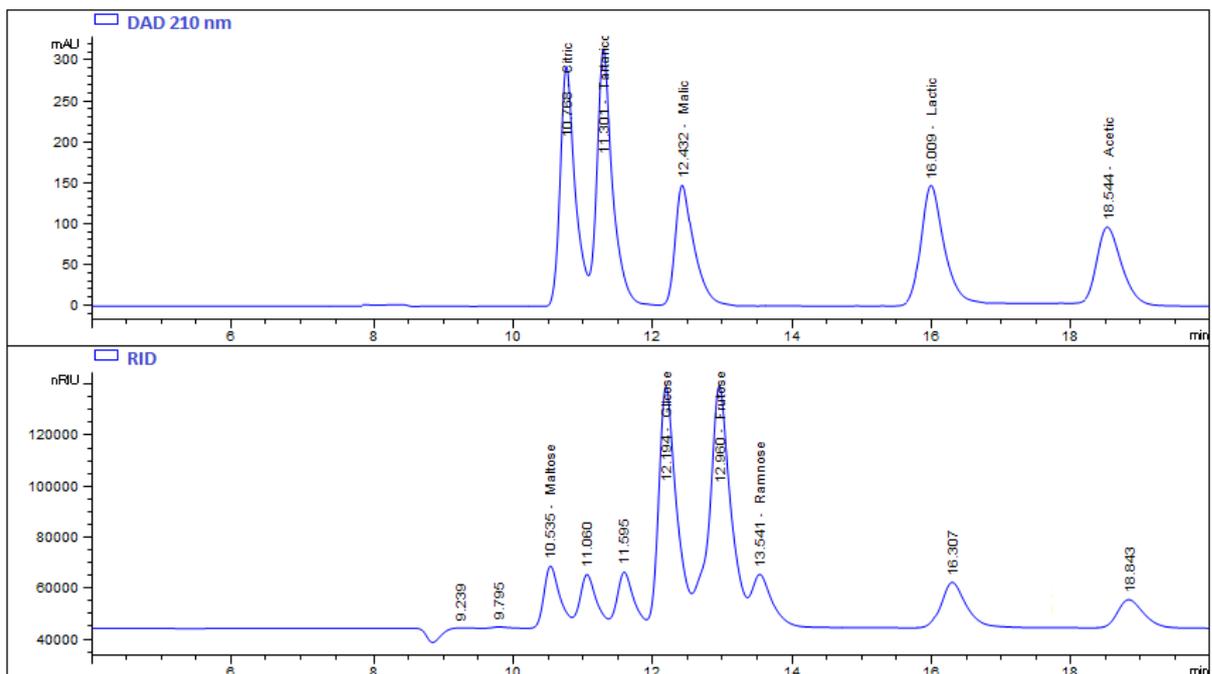
A cor foi determinada utilizando-se colorímetro digital (HunterLab - Modelo Mini Scan EZ) e escala CIELAB (sistema de Munsell) onde foram analisadas as variáveis de Luminosidade (L^*) e Tonalidade (a^* e b^*).

3.8 *Análises de açúcares, ácidos orgânicos por HPLC-DAD-RID*

Os ácidos orgânicos e açúcares foram determinados simultaneamente (Figura 11) por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) utilizando um cromatógrafo AGILENT (modelo 1260 Infinity LC, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) equipado com bomba quaternária de solventes (modelo G1311C), degaseificador, compartimento de colunas termostaticado (modelo G1316A) e amostrador automático (modelo G1329B), acoplado em Detector de Arranjos de Diodos (DAD) (modelo G1315D) e Detector de Índice de Refração (RID) (modelo G1362A). Os dados obtidos foram processados utilizando o software OpenLAB CDS ChemStation Edition™ (Agilent Technologies). O procedimento analítico seguiu notas de aplicação descritas no compendium de análises da Agilent Technologies, Inc. (BALL, BULLOCK, LLOYD, & MAPP, 2011). Na determinação dos ácidos tartárico, málico, láctico, cítrico e acético a detecção foi realizada no DAD em 210 nm. Para os açúcares maltose, glicose, frutose e ramnose, a detecção foi feita no RID. A coluna utilizada foi a Agilent Hi-Plex H (300 x 7,7 mm) com partículas internas de 8,0 μm , protegida com uma coluna de guarda PL Hi-Plex H 5x3 mm (Agilent Technologies). As temperaturas do forno de colunas e detector foram mantidas em 70°C. O volume de injeção da amostra (diluída 1:3 em água ultrapura e filtrada em membrana de 0,45 μm) foi de 10 μL , com fluxo de 0,5 mL min^{-1} e tempo de corrida de 20 minutos.

A fase utilizada foi H_2SO_4 4,0 mM L^{-1} em água ultrapura. Para validação dos métodos foram determinados R^2 das curvas de calibração, limite de detecção (LOD) e limite de quantificação (LOQ), onde os valores de R^2 variaram entre 0,9982 a 1,0000, os limites de detecção entre 0,003 a 0,044 g L^{-1} para ácido acético e ramnose, respectivamente, e os limites de quantificação variaram de 0,008 a 0,199 g L^{-1} para ácido acético e frutose, respectivamente.

Figura 11. Cromatograma de separação e detecção simultânea dos padrões de ácidos orgânicos e açúcares por HPLC nos detectores DAD e RID.



Legenda: DAD – detector de arranjos diodos e RID – detector de índice de refração.

3.9 Análises de álcoois por HPLC-RID

Os álcoois foram determinados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) utilizando um cromatógrafo AGILENT (modelo 1260 Infinity LC) equipado com bomba quaternária e amostrador automático, acoplado em Detector de Índice de Refração (RID), seguindo notas de aplicação descritas no compendium de análises da Agilent Technologies, Inc. (Ball, Bullock, Lloyd, & Mapp, 2011). Os dados obtidos foram analisados utilizando o software OpenLAB CDS ChemStation Edition™. A determinação dos álcoois etanol, metanol, isopropanol, N-propanol, S-propanol e S-butanol foi feita no RID. A coluna utilizada foi a Agilent Hi-Plex H (300 x 7,7 mm) com partículas internas de 8,0 μm . A temperatura do forno foi mantida em

60°C e no RID em 50°C. O volume de injeção da amostra foi de 10 µL, com fluxo de 0,6 mL min⁻¹ e tempo de corrida de 45 minutos. A fase utilizada foi H₂SO₄ 4,0 mM L⁻¹ em água ultrapura.

3.10 *Quantificação de fenólicos totais*

A concentração de fenólicos totais (FT) foi determinada pelo método espectrofotométrico com Folin-Ciocalteu (Singleton e Rossi, 1965), onde foram adicionados em um tubo de ensaio, 0,10 mL do fermentado previamente diluído (1:1) em água destilada, 7,90 mL de água destilada e 0,50 mL do reagente Folin-Ciocalteu. Após 3 a 8 minutos acrescentaram-se 1,50 mL de uma solução saturada de Na₂CO₃ a 20%, se homogeneizou e ficou em repouso por 2 horas. Em seguida foi lida a absorbância a 765 nm em cubeta de vidro de 10mm de percurso óptico utilizando espectrofotômetro UV-Visível modelo UV 2000A (Instrutherm, Brasil) zerado com branco dos reagentes sem adição de amostra. Os resultados foram expressos em mg L⁻¹, equivalentes ao ácido gálico, por comparação com uma curva de calibração construída nas concentrações 0, 25, 50, 100, 250, 350 e 500 mg L⁻¹ de ácido gálico.

3.11 *Determinação da atividade antioxidante DPPH e ABTS*

A atividade antioxidante *in vitro* dos fermentados foi determinada utilizando os métodos de captura de radicais livres DPPH de acordo Kim et al. (2002). O padrão analítico Trolox foi utilizado para a construção da curva analítica e os resultados foram expressos como equivalentes de Trolox por litro de fermentado (µmol TEAC L⁻¹). Para realização do método, as amostras dos fermentados (branco e tinto) não foram diluídas. As leituras da absorbância foram realizadas em espectrofotômetro UV-2000A, Instrutherm.

A atividade do radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) foi medida através da extinção do máximo da absorção em 517 nm. O método consiste na mistura de 100 µL da amostra do fermentado com 2,90 mL de solução etanólica do radical DPPH 1 mM e incubação no escuro durante 30 minutos. A solução de DPPH foi diluída com etanol para uma absorbância entre 0,900 e 1,000 a 517 nm. As leituras de

absorbância foram realizadas nos tempos 0 (sem adição de amostra) e 30 minutos (com adição de amostra).

No método ABTS, a atividade antioxidante dos fermentados (branco e tinto) de pitaia foi determinada através da taxa de decaimento da absorbância a 734 nm do radical ABTS. O radical catiônico (ABTS •) foi produzido através da reação de 5 mL de radical ABTS 7 mM com 5 mL de persulfato de potássio 2,45 mM. A mistura foi mantida no escuro e à temperatura ambiente (20 °C) durante 16 horas previamente às análises. No processo, a solução ABTS foi diluída com etanol para uma absorbância de $0,700 \pm 0,050$ a 734 nm. Para cada amostra, a absorbância da solução ABTS (940 µL) foi lida em espectrofotômetro no tempo $t = 0$ min, e após 6 minutos ($t = 6$ min) da adição de 60 µL de fermentado de pitaia.

3.12 Tratamentos e análises estatísticas

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos com três repetições (garrações de microvinificação contendo 15 kg de pitaia). Os tratamentos consistiram em: Fermentado Branco (FB) e Fermentado Branco Licoroso (FBL) elaborados apenas com polpa, Fermentado Tinto (FT) e FTL (Fermentado Tinto Licoroso) elaborados com polpa e casca da pitaia. Os resultados obtidos das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SISVAR Versão 5.6. Também foi feita análise de correlação linear entre o conteúdo fenólico das bebidas e as atividades antioxidantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises físico-químicas da pitaita

Os resultados das análises físico-químicas da pitaita (*H. undatus*) estão apresentados na Tabela 1. Os valores médios de pH encontrados na polpa e casca foram de 4,70 e 5,30, respectivamente. O teor de sólidos solúveis da polpa e casca foram de 11,6 e 7,1, respectivamente, e acidez titulável 14,0 e 20,0 meq L⁻¹ para polpa e casca, respectivamente.

Os valores de pH encontrados neste estudo para polpa e casca de pitaita estão de acordo com os mencionados na literatura, cujos valores médios reportados para *H. undatus* foram de 4,63 e 5,50 para polpa e casca, respectivamente (BRUNINI & CARDOSO, 2011; ABREU et al., 2012).

Tabela 1. Análises físico-químicas de pitaitas cultivadas em Petrolina-PE.

Análises	Polpa	Casca	Fruto
pH	4,70 ± 0,06	5,30 ± 0,05	-
Sólidos Solúveis (°Brix)	11,6 ± 0,07	7,1 ± 0,02	-
Acidez Titulável (meq L ⁻¹)	14,0 ± 0,01	20,0 ± 0,03	-
Comprimento (cm) ‡	-	-	8,3 ± 4,58
Largura (cm) ‡	-	-	6,9 ± 3,43
Peso (g) ‡	-	-	198 ± 11,6
Rendimento (%) ‡	64,5	35,5	-
Cor CIELAB			
L*	83,38 ± 3,21	45,8 ± 2,12	-
a*	-4,48 ± 0,38	41,8 ± 2,83	-
b*	-9,41 ± 0,41	7,09 ± 3,47	-

Resultados expressos como média ± desvio padrão. ‡ (n=50).

Os valores de sólidos solúveis encontrados neste trabalho para a polpa de pitaita foram inferiores aos relatados por Sá et al. (2013), que mencionaram valores de 26,1 para *H. undatus* cultivada em Petrolina-PE. Os valores de sólidos solúveis em frutos podem variar em função do estágio de maturação e época de colheita, o

que poderia explicar os diferentes resultados encontrados neste experimento para pitaias produzidas na mesma região (SILVA, MARTINS & CAVALLARI, 2011).

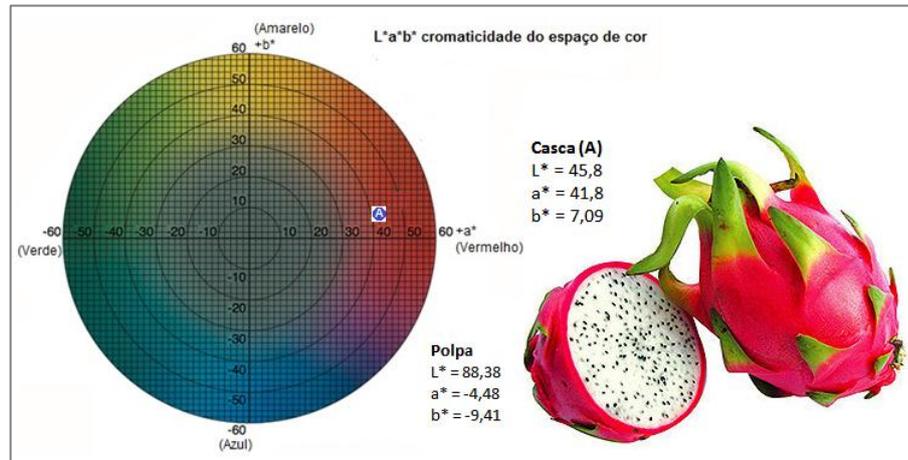
Em relação as características físicas se observou que os frutos analisados apresentaram tamanhos variados (Tabela 1), onde os valores médios obtidos foram 8,3 cm, 6,9 cm e 198 g para comprimento, largura e peso médio. Ochoa-Velasco et al. (2012), em estudo realizado com frutos de pitaias cultivadas na região de Mixteca Poblana-México, mencionaram maiores valores para comprimento (12,12 cm), largura (8,24 cm) e peso (571,08 g), entretanto destacamos que os frutos de pitaias avaliados neste estudo se trataram de uma matéria-prima de segunda qualidade.

Quanto ao rendimento, as frações casca e polpa da pitaias corresponderam a 35,5% e 64,5%, respectivamente, e evidenciam a necessidade de tecnologias de processo para uma melhor aproveitamento das cascas de acordo com Kim et al. (2011), cascas de pitaias *H. undatus* são fonte de pigmentos betacianinas, substâncias bioativas que apresentam atividade antioxidante.

Em relação a cor da polpa das pitaias os valores médios das coordenadas L^* , a^* e b^* foram de 88,38; -4,48 e -9,41, respectivamente. Para as cascas o L^* , a^* e b^* foram de 45,8; 41,8 e 7,09, respectivamente. De acordo com o sistema de cores de Munsell a luminosidade (L^*) varia de 0 a 100, onde valores próximos a 0 significam cores escuras e próximos a 100 significam cores claras. Os valores de a^* estão associados a cores que variam do verde ($-a^*$) e vermelha ($+a^*$). Para valores de b^* as cores variam do azul ($-b^*$) e amarela ($+b^*$).

Os resultados das coordenadas obtidas para casca (Figura 12) mostram que a cor das pitaias utilizadas neste estudo correspondem ao róseo-avermelhado com luminosidade média. Já a polpa, pela luminosidade, é caracterizada por apresentar cor branca.

Figura 12. Coordenadas de cromaticidade L*a*b* para casca e polpa de pitáia cultivada no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina PE.



4.2 Análises clássicas e cor dos fermentados alcoólicos

Os resultados das análises clássicas e de cor dos fermentados da pitáia (*H.undatus*) estão apresentados na Tabela 2. Os valores de pH variaram de 3,70 a 3,90 para o fermentado branco (FB) e fermentado tinto licoroso (FTL), respectivamente. A acidez titulável foi de 179 e 177 meq L⁻¹ para o FB e fermentado tinto (FT), respectivamente, e de 133 e 123 meq L⁻¹ para o fermentado branco licoroso (FBL) e FTL, respectivamente. Os valores de dióxido de enxofre total variaram de 71,3 a 134,5 mg L⁻¹, e dióxido de enxofre livre de 4,9 a 56,7 mg L⁻¹.

Tabela 2. Análises clássicas e cor dos fermentados de pitáia cultivadas em Petrolina-PE.

Parâmetros	Fermentados			
	FB	FBL	FT	FTL
pH	3,70 ± 0,03	3,80 ± 0,06	3,70 ± 0,01	3,90 ± 0,00
Acidez Titulável (meqL ⁻¹)	179,0 ± 1,15	133,0 ± 1,15	177,0 ± 1,41	123,0 ± 0,01
SO ₂ livre (mg L ⁻¹)	34,7 ± 0,60	10,6 ± 0,41	56,7 ± 0,61	4,9 ± 0,10
SO ₂ total (mg L ⁻¹)	134,5 ± 0,50	62,3 ± 0,21	132,1 ± 0,23	71,3 ± 0,15
Grau alcoólico (% v/v)	6,2 ± 0,15	15,5 ± 0,52	4,8 ± 0,18	14,5 ± 0,25
L*	70,05 ± 0,88	74,96 ± 1,13	36,40 ± 0,08	42,51 ± 0,49
a*	-0,18 ± 0,00	-0,76 ± 0,04	62,55 ± 0,43	53,62 ± 0,78
b*	10,67 ± 0,18	12,48 ± 0,32	-1,39 ± 0,01	0,91 ± 0,01

Resultados expressos como média ± desvio padrão (n = 3); L, a* e b* coordenadas de cor CIELAB. FB – fermentado branco; FBL – fermentado branco licoroso; FT – fermentado tinto e FTL – fermentado tinto licoroso.

O grau alcoólico teve valores de 6,2 e 4,8% para o FB e FT, respectivamente, e de 15,5 e 14,5% para o FBL e FTL.

Os valores de pH encontrados para os fermentados de pitaita elaborados estão de acordo com os mencionados na literatura, cujo valores variaram de 3,74 a 4,00 (OCHOA-VELASCO et al., 2012; FOONG, HON & HO, 2012). Os valores de acidez titulável nos fermentados FB, FBL e FT foram maiores que limite máximo (130 meq L⁻¹) estabelecido pela legislação brasileira para fermentados de frutas (BRASIL, 2012). Os altos valores de acidez titulável nos fermentados de pitaita produzidos neste trabalho podem estar associados ao processo de acidificação com ácido tartárico para diminuição do pH inicial da polpa, de 4,7 para 3,6.

Em relação aos teores de dióxido de enxofre (SO₂) total e livre, os valores utilizados estão de acordo com os mencionados para vinhos, e estão dentro do limite estabelecido na legislação brasileira para fermentados de frutas, que é de no máximo 350 mg L⁻¹ (BRASIL, 2012). O uso do sulfito é indispensável para produção de bebidas fermentadas devido ao seu poder sinérgico como agente antioxidante, antioxidáscico e seletivo, favorecendo leveduras *Saccharomyces cerevisiae* em detrimento a leveduras e bactérias indesejáveis. No entanto o uso de SO₂ deve ser moderado, pois pode dar origem a odores ou gostos desagradáveis, ou ainda pode favorecer certas perturbações durante a conservação da bebida (RIZZON, ZANUZ & MANFREDINI, 2003; GUERRA & BARNABÉ, 2005).

Os teores de álcool etílico (%) dos fermentados estão dentro do estabelecido pela legislação brasileira para fermentado alcoólico de fruta, cuja faixa legal varia entre 4-14%. Foong, Hon & Ho (2012) obtiveram grau alcoólico variando de 7,31 a 8,92% para fermentados alcoólicos de pitaitas (*H. polyrhizus*) originárias da Malásia, cujo °Brix inicial dos frutos variaram de 22,7 a 23,1. Estes resultados estão de acordo com os obtidos neste estudo, considerando que o ajuste do °Brix do mosto foi realizado para 18% com adição de sacarose. Para os fermentados licorosos FBL (15,5%) e FTL (14,5 %) os teores de etanol também estiveram dentro da faixa legal para fermentados de fruta licorosos, cuja classificação legal menciona entre 14 e 18% (BRASIL, 2012). Os valores de etanol obtidos nos fermentados licorosos estão de acordo com o que se propôs com adição de álcool vínico no processo de fortificação dos fermentados de pitaita para obtenção de um teor de álcool final que atendesse a legislação para fermentados de fruta licorosos.

4.3 Açúcares, ácidos orgânicos e álcoois quantificados por HPLC

Os resultados das análises de açúcares, ácidos orgânicos e álcoois dos fermentados de pitaiá estão apresentados na Tabela 3. Em relação aos açúcares quantificados não foi detectada a presença da ramnose. Os principais açúcares presentes foram a glicose e frutose, cujos valores variaram de 6,0 a 34,7 g L⁻¹ nos fermentados FB e FT, respectivamente, e de 60,6 a 73,4 g L⁻¹ nos fermentados FBL e FTL. Em relação a maltose os valores variaram de 0,31 a 0,79 g L⁻¹.

Tabela 3. Valores de açúcares, ácidos orgânicos e álcoois dos fermentados de pitaiás (*H. undatus*) cultivadas em Petrolina PE.

Fermentados	FB	FBL	FT	FTL
AÇÚCARES g L⁻¹				
Glicose	6,0 ± 0,00 d	64,9 ± 0,00 b	32,4 ± 0,10 c	72,3 ± 0,00 a
Frutose	14,8 ± 0,00 d	60,6 ± 0,00 b	34,7 ± 0,04 c	73,4 ± 0,00 a
Maltose	0,56 ± 0,01 b	0,41 ± 0,01 c	0,31 ± 0,00 d	0,79 ± 0,01 a
Ramnose	ND	ND	ND	ND
Total de açúcares quantificados	20,8 ± 0,00	125,6 ± 0,00	67,1 ± 0,10	145,6 ± 0,00
ÁCIDOS ORGÂNICOS g L⁻¹				
Cítrico	0,07 ± 0,01 b	0,04 ± 0,00 b	0,10 ± 0,01 ab	0,15 ± 0,01 a
Tartárico	1,30 ± 0,01 a	0,99 ± 0,01 b	1,02 ± 0,00 b	1,10 ± 0,01 b
Málico	1,12 ± 0,01 d	3,27 ± 0,00 a	2,11 ± 0,01 b	2,09 ± 0,01 c
Láctico	2,19 ± 0,00 c	1,61 ± 0,01 d	2,91 ± 0,01 b	2,95 ± 0,00 a
Acético	2,36 ± 0,04 a	1,78 ± 0,01 c	2,05 ± 0,00 b	2,04 ± 0,01 b
Total de ácidos quantificados	7,01 ± 0,03 c	7,67 ± 0,01 b	8,18 ± 0,02 a	8,32 ± 0,09 a
ÁLCOOIS mg L⁻¹				
Metanol	690 ± 30,0 c	530 ± 10,0 d	1050 ± 30,0 a	810 ± 20,0 b
S-Propanol	ND	ND	ND	ND
N-Propanol	30 ± 0,00 c	60 ± 0,00 a	ND	60 ± 0,00 a
I-Propanol	90 ± 0,00 b	140 ± 0,00 a	90 ± 10,0 b	130 ± 20,0 a
S-Butanol	ND	ND	ND	ND

Resultados expressos como média ± desvio padrão ($n = 3$). Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ND – não detectado. FB – fermentado branco; FBL – fermentado branco licoroso; FT – fermentado tinto e FTL – fermentado tinto licoroso

O total de açúcares nos fermentados FB e FT foram de 20,8 e 67,1 g L⁻¹, respectivamente, e mostraram que a fermentação não ocorreu de forma completa. Para os totais de açúcares nos fermentados FBL e FTL os valores foram de 125,6 e 145,6 g L⁻¹, respectivamente, e a adição de xarope de açúcar no processo de produção dos fermentados licorosos foi o responsável pelos valores obtidos.

Os valores de açúcares totais encontrados nos fermentados de pitaia (20,76 a 145,6 g L⁻¹) classificam as bebidas obtidas como do tipo “suave”, uma vez que estes valores foram maiores que o estabelecido para fermentado “seco” (máximo de 3,0 g L⁻¹) (BRASIL, 2012).

A soma dos ácidos orgânicos quantificados nos fermentados de pitaia (Tabela 4) variaram de 7,01 a 8,32 g L⁻¹, onde os principais ácidos encontrados foram o láctico com valores que variaram de 2,19 a 2,95 g L⁻¹ e o acético entre 1,78 a 2,36 g L⁻¹.

O ácido cítrico é o principal constituinte de várias frutas como limão, laranja, pêsego, figo, pêra, abacaxi e tomate, e o ácido tartárico normalmente é encontrado em uvas e tamarindo (CECCHI, 2003). Neste estudo os ácidos cítrico (0,04 a 0,15 g L⁻¹) e tartárico (0,99 a 1,30 g L⁻¹) estiveram presentes em concentrações minoritárias em relação aos demais ácidos. Em fermentado alcoólicos de cacau Dias et al. (2007) obtiveram valores 5,5 e 1,4 g L⁻¹ para os ácidos cítrico e tartárico, respectivamente.

O ácido acético, composto indesejável em bebidas, é o principal componente da acidez volátil, podendo ser um indicativo de uso de matérias-primas de baixa qualidade ou contaminação por bactérias acéticas no mosto (LIMA et al., 2014). Os valores obtidos para o ácido acético nos fermentados de pitaia variaram de 1,78 g L⁻¹ a 2,36 g L⁻¹, estando acima do limite estabelecido pela legislação brasileira que limita este composto em 1,5 g L⁻¹ em fermentados de fruta (BRASIL, 2012). Foong, Hon & Ho (2012) mencionam valores de ácido acético em fermentados alcoólicos de pitaia (*H. polyrhizus*) variando de 5,15 a 6,52 g L⁻¹, em bebidas obtidas da fermentação de mosto *in natura* e pasteurizado, respectivamente, onde estes resultados podem sugerir que a presença do ácido acético em valores altos possa ser uma característica da composição química da própria matéria-prima. Em fermentado alcoólico de polpa de gabioba é mencionado valores de ácido acético variando de 1,22 a 1,64 g L⁻¹ (DUARTE et al., 2009).

Os resultados dos álcoois quantificados por HPLC nos fermentados de pitáia estão apresentados na Tabela 4. Os valores encontrados para metanol nos fermentados variaram de 530 a 1050 mg L⁻¹ nos fermentados FBL e FT respectivamente. Os fermentados tintos apresentaram maiores valores de metanol que os fermentados brancos, e os fermentados licorosos com o processo de fortificação com álcool vínico tiveram diluição do metanol em relação aos FB e FT.

Em caracterização de fermentados alcoólicos de graviola, Pantoja (2006) encontrou os valores de metanol variando de 43 mg L⁻¹ a 65 mg L⁻¹.

Apesar de não se ter parâmetro legal estabelecido para o metanol em fermentados de frutas (BRASIL, 2012), os valores obtidos nos fermentados de pitáia (*H. undatus*) foram considerados altos uma vez que para vinhos o limite máximo estabelecido é de 300 mg L⁻¹ (BRASIL, 2010).

De acordo com Filho (2005) o metanol não é produzido pela fermentação alcoólica, mas advém da hidrólise de pectinas. A quantidade de metanol produzida é maior quando ocorre a adição de enzimas pectinolíticas ao mosto, fermentação na presença de cascas ou maceração prolongada destas. Estudos reportados na literatura revelam que a polpa e a casca da pitáia apresentam vários grupos funcionais de pectina (RAMÍREZ-TRUQUE, ESQUIVEL & CARLE, 2011; THIRUGNANASAMBANDHAM, SIVAKUMAR & PRAKASH MARAN, 2014), o que pode justificar os valores de metanol encontrados nos fermentados de pitáia.

Os valores de N-propanol nos fermentados de pitáia variaram de não detectado a 60 mg L⁻¹. Para o isopropanol os valores variaram de 90 a 140 mg L⁻¹. A presença dos álcoois s-butanol e s-propanol não foram detectadas para os fermentados de pitáia (*H. undatus*). Os valores de N-propanol e isopropanol nos fermentados licorosos (FBL e FTL) foram maiores que nos fermentados FB e FT, e sugere que o aumento destes álcoois nos licorosos se deu pela adição do álcool vínico que possivelmente apresentava concentrações maiores destes componentes.

Em fermentados alcoólicos de frutas como cacau, cajá e cupuaçu os valores de álcoois como propanol, isobutanol, butanol variaram de 0 a 90 mg L⁻¹ (DIAS et al., 2007; PANTOJA et al., 2006), estando estes valores de acordo com os obtidos neste estudo para pitáia.

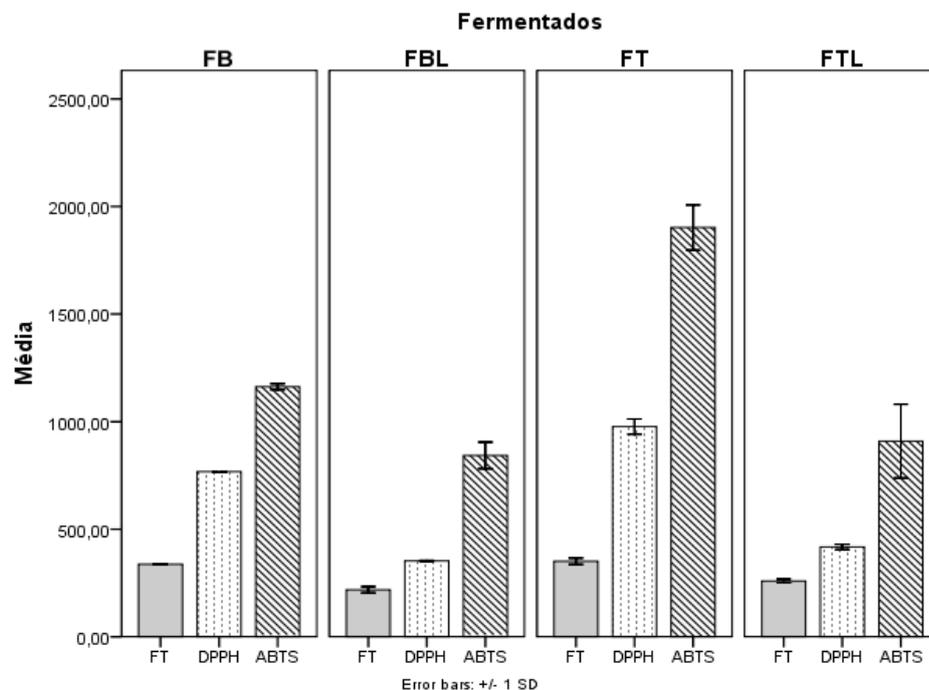
De acordo com Dias, Pantoja & Schwan (2010) álcoois superiores em concentrações baixas podem proporcionar características desejáveis em bebidas, no entanto, valores acima dos 400 mg L⁻¹ podem influenciar negativamente na

qualidade sensorial. Ainda segundo estes autores, compostos como 1-propanol e 1-butanol apresentam um limite de detecção sensorial em valores maiores que 800 e 450 mg L⁻¹, respectivamente.

4.4 Conteúdo bioativo total e atividade antioxidante dos fermentados alcoólicos de pitáia

Os resultados do conteúdo fenólico total e atividade antioxidante estão apresentados na Figura 13. Para fenólicos totais os valores nos fermentados de pitáia, variaram de 219 a 351 mg L⁻¹. O fermentado FT foi o que apresentou maior concentração de fenólicos totais (351 mg L⁻¹), seguido em ordem decrescente pelo FB (337 mg L⁻¹), FTL (259 mg L⁻¹) e FBL (219 mg L⁻¹). Os valores de fenólicos totais obtidos neste estudo estão de acordo com os mencionados por Ochoa-Velasco et al. (2012), ao analisarem bebidas fermentadas de pitaias (*Hylocereus* spp) oriundas do México, onde foram obtidos valores de 250 mg L⁻¹, 330 mg L⁻¹ e 510 mg L⁻¹ para as variedades *S. megalanthus*, *H. undatus* e *H. polyrhizus*, respectivamente.

Figura 13. Conteúdo fenólico total e atividade antioxidante de fermentados de pitáia (*H. undatus*) cultivadas em Petrolina-PE.



FT – Fenólicos totais quantificados por Folin-Ciocalteu e expresso como equivalente em mg L⁻¹ de ácido gálico. DPPH e ABTS – atividades antioxidantes expressas como equivalente em μM de Trolox por litro de fermentado. FB – fermentado branco; FBL – fermentado branco licoroso; FT – fermentado tinto e FTL – fermentado tinto licoroso.

Os resultados das análises de atividade antioxidante (AOX) dos fermentados alcoólicos da pitiaia foram expressos como equivalentes em micromols de Trolox por litro de bebida ($\mu\text{M TEAC L}^{-1}$). Os valores de AOX obtidos nos fermentados variaram de 350 a 980 μM pelo método com DPPH, e entre 840 e 1900 μM no método com ABTS. No método com DPPH os fermentados FT e FTL apresentaram valores de AOX de 980 e 770 μM , respectivamente, já os fermentados FB e FBL apresentaram médias de 420 e 350 μM , respectivamente. No método ABTS os fermentados FT e FTL apresentaram valores de AOX de 1900 e 910 μM , respectivamente, já os fermentados FB e FBL apresentaram valores de 1160 e 840 μM , respectivamente.

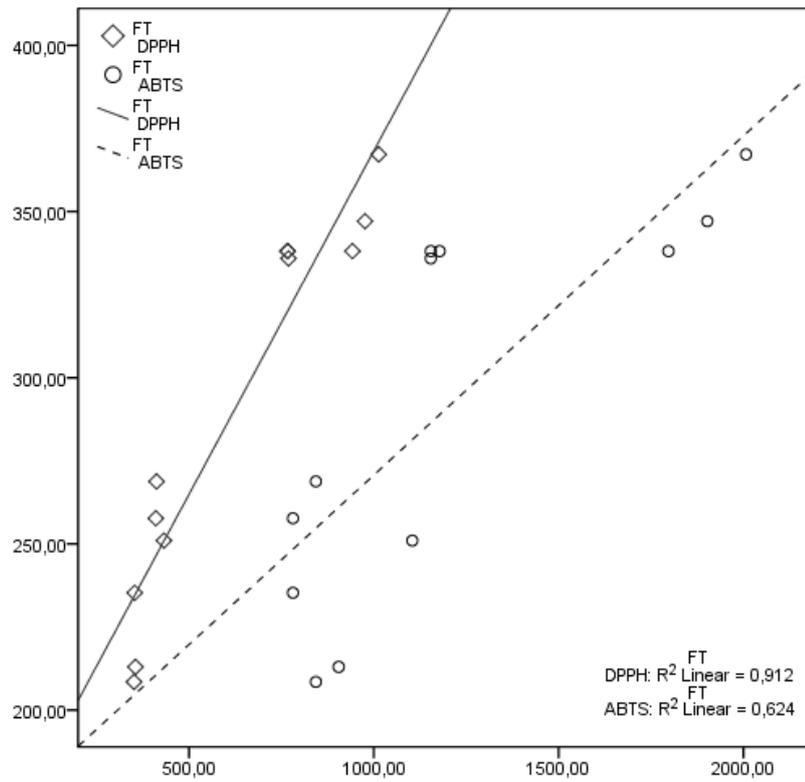
Os resultados de AOX medidas pelo método com o ABTS foram maiores que os medidos com DPPH, e este fenômeno corrobora com o observado em outros estudos (LIMA et al., 2014; COELHO et al., 2015). Em trabalho realizado por Kim et al. (2011) foi evidenciado que cascas de pitiaia apresentam maior atividade antioxidante que a polpa, e este fato pode explicar os maiores valores de AOX obtidos no fermentados FT e FTL, que passaram por maceração em contato com cascas.

Os valores de AOX por ABTS nos fermentados de pitiaia (*H. undatus*) originadas de Petrolina-PE foram maiores que os mencionados por Foong, Hon & Ho (2012) para fermentados alcoólicos de pitiaia (*H. polyrhizus*) elaborados na Malásia, cujos valores variaram de 540 a 590 $\mu\text{M TEAC L}^{-1}$.

4.5 *Correlação entre o conteúdo fenólico total e as atividades antioxidantes dos fermentados alcoólicos de pitiaia*

A Figura 14 apresenta a análise de correlação linear entre o conteúdo fenólico total (FT) e as atividades antioxidantes dos fermentados de pitiaia, medidas por DPPH e ABTS. Os valores de R^2 para as correlações de FT com DPPH e ABTS foram de 0,91 e 0,62, respectivamente, e demonstram a importante contribuição dos compostos fenólicos com a atividade antioxidante (capacidade de sequestrar radicais livres) dos fermentados de pitiaia. Kim et al. (2012) menciona uma correlação linear entre o conteúdo fenólico total de extratos de pitaias com a AOX medida por DPPH, cujo valor de R^2 foi de 0,94, o que corrobora com o observado neste estudo.

Figura 14. Análise de correlação entre o conteúdo fenólico total e as atividades antioxidantes de fermentados alcoólico e licoroso de Pitaia (*H. undatus*).



Legenda: FT – fenólicos totais quantificados por Folin-Ciocalteu e expresso como equivalente em mg L⁻¹ de ácido gálico. DPPH e ABTS– atividades antioxidantes expressas como equivalente em micromols de Trolox por litro de fermentado (µM TEAC L⁻¹).

5. CONCLUSÃO

Pitaias cultivadas no semiárido nordestino, Petrolina-PE, apresentaram potencial para elaboração de bebidas fermentadas e licorosas. As caracterizações das bebidas mostraram que se faz necessário ajustes no protocolo de elaboração, principalmente em relação a diminuição das concentrações de ácido acético e metanol. As bebidas obtidas apresentaram um bom conteúdo bioativo, e atividade antioxidante maiores que as reportadas para fermentados de outras regiões mundiais, sendo uma possível alternativa de processamento para esse fruto perecível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, W. C.; LOPES, C. O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. A.; CARVALHO, G. B. M.; BARCELO, M. F. P. Características físico-químicas e atividade antioxidante de pitaias vermelha e branca. **Revista Instituto Adolf Lutz**. São Paulo, v. 4, n. 71, p. 656-661, 2012.

ALI, K.; MALTESE, F.; CHOI, Y.; VERPOTE, R. Metabolic constituents of grapevine and grape - derived products. **Phytochemistry Reviews**, v. 9, n. 3, p. 357 - 378, set. 2010.

Association of Official Analytical Chemists-AOAC Internactional official methodes of analysis. 17. ed. Gaithersburg,MD 2000.

BALL, S., BULLOCK, S., LLOYD, L., MAPP, K. Analysis of carbohydrates, alcohols, and organic acids by ion-exchange chromatography. In:_____. Agilent Technologies, 2011. Disponível em: <https://www.agilent.com/cs/library/applications/5990-8801EN%20Hi-Plex%20Compendium.pdf> > Acesso em: 22 fev. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 24, de 08 de setembro de 2005. **Aprova manual operacional de bebidas e vinagre**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 set. 2005, Seção 1 ,p. 11.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 64, de 23 de janeiro de 2008. **Regulamento Técnico Para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Fermentado de Fruta**.Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 set. 2005, Seção 1 ,p. 11.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 259, de 31 de maio de 2010. **Complementação dos Padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. Brasília, DF, 02 jun. 2010, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. **Complementação dos Padrões de identidade e qualidade para fermentado de fruta, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto, sidra, hidromel, fermentado de cana e saquê**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 nov. 2012, Seção 1.

BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S.; Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 78-84, jul.-set., 2011.

CASAS, A., BARBERA, G. 2002. Mesoamerican domestication and diffusion. In: P.S. Nobel, Editor, **Cacti Biology and Uses**, University of California Press, p. 143–162, 2002.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. Ed. Ver. Campinas: Editora Unicamp, 2003. 203 p.

CODEVASF Novas culturas do Vale do São Francisco são destaque na Fenagri 2013 Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais/novas-culturas-do-vale-do-sao-francisco-sao-destaque-na-fenagri-2013> acesso em 21 abr 2015.

CODEVASF Novas frutas produzidas por Codevasf e Embrapa no semiárido serão expostas na Fenagri 2014 Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/novas-frutas-produzidas-por-codevasf-e-embrapa-no-semiarido-serao-expostas-na-fenagri/>. Acesso em: 21 abr 2015.

COELHO, E. M.; AZEVÊDO, L. C.; CORRÊA, L. C.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; LIMA, M. S. Phenolic profile, organic acids and antioxidant activity of frozen pulp and juice of the jambolan (*syzygium cumini*). **Journal of Food Biochemistry**, p.1-9. Disponível em doi:<10.1111/jfbc.12209>, 2015.

DEMBITSKY, V. M.; POOVARODOM, S.; LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M. M.; VEARASILP, S.; TRAKHTENBERG, S.; GORINSTEIN, S. The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological activity and active metabolites. **Food Research International**, v.44, p.1671–1701, 2011.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; FREIRE, E. S. ; SERÔDIO, R. S. Elaboration of a fruit wine from cocoa (*Theobroma cacao* L.) . **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 42, p. 319-329, 2007.

DUARTE, W. F.; DIAS, D. R.; PEREIRA, G. V. M.; GERVÁSIO, I. M.; SCHWAN, R. F. Spontaneous and inoculated fermentation with *Saccharomyces cerevisiae*. Ufla CA1162 in gabioba pulp for elaboration of fermented beverage. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, Heidelberg, v. 36, n. 4, p. 557-569, 2009.

FERNANDES, L. M. S., VIEITES, R. L., CERQUEIRA, R. C., BRAGA, C. L., SIRTOLI, L. F., AMARAL, J. L. Características pós-colheita em frutos de pitaya orgânica submetida a diferentes doses de irradiação. **Revista Biodiversidade**, v. 9, n. 1, p. 15-22, 2010.

FILHO, V. G. V., Fermentados de frutas. in: _____. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Bucher, 2010. 548 p.

FOONG, J. H., HON, W. M., HO, C. W.; Bioactive compounds determination in fermented liquid dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **Borneo Science**, p.31, 31-48, 2012.

HOR, S. Y.; AHMAD, M.; FARSI, E.; YAM, M. F.; HASHIM, M. A.; LIM, C. P.; SADIKUN, A.; MOHD. ZAINI ASMAWI, M. Z. (2012). Safety assessment of methanol extract of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*): Acute and subchronic toxicity studies. **Regulatory Toxicology and Pharmacology** v.63, p.106–114, 2012.

JUNQUEIRA, P. K. et al. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores rapd. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 32, n. 3, p. 840-846, set. 2010.

KEREM, Z.; BRAVDO, B-A.; SHOSEYOV, O.; TUGENDHAFT, Y.; Rapid liquid chromatography–ultraviolet determination of organic acids and phenolic compounds in red wine and must. **Journal of Chromatography**, v. 1052, p.211–215, 2004.

KIM C.; LEE I.K.; CHO G.Y.; OH K.H.; LIM Y.W.; YUN B.S. (2012). Sargassumol, a novel antioxidant from the brown alga *Sargassum micracanthum*. **The Journal of Antibiotics**.v. 65, p.87-89, 2012.

KIM, H.; CHOI, HK.; MOON, J. Y.; KIM, Y. S.; MOSADDIK, A.; SOMI KIM CHO, A. S. K.; Comparative Antioxidant and Antiproliferative Activities of Red and White Pitayas and Their Correlation with Flavonoid and Polyphenol Content. **Journal of Food Science**, v.76, n.1, 2011.

KIM., J. K., J. H. NOH, S. LEE, J. S. CHOI, H. SUH, H. Y. CHUNG, Y.O. SONG C. LEE, 2002. The First Total Synthesis of 2,3,6-Tribromo-4,5-dihydroxybenzyl Methyl Ether (TDB) and Its Antioxidant Activity. **Bulletin of the Korean Chemical Society**. v.23, n. 5, p.661-662, 2002.

LIMA, M. D. S., SILANI, I. S. V., TOALDO, I. M., CORREA, L. C., BIASOTO, A. C. T., PEREIRA, G. E., BORDIGNON-LUIZ, M. T., & 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.

LUO, H. et al. Chemical composition and in vitro evaluation of the cytotoxic and antioxidant activities of supercritical carbon dioxide extracts of pitaya (dragon fruit) peel. **Chemistry Central Journal**. S.l, p. 1-7. jan. 2014.

MELLO, F. R. et al. Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaya (*Hylocereus undatus*) peel. **Ciência Rural**. Santa Maria, p. 323-328. fev. 2015.

MIZHARI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P. S. Cactis as crops. **Horticultural Review**, New York, v.18, p.291-320, 1997.

MUNIZ, C. L.; BORGES, M. F.; ABREU, F. A. P.; NASSU, R. T.; FREITAS, C. A. S. Bebidas fermentadas partir de frutos tropicais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v. 20, n. 2 p. 309-322, jul./dez 2002.

OCHOA-VELASCO C. E.; GARCÍA-VIDAL V.; LUNA-GUEVARA J. J.; LUNA-GUEVARA MARÍA L.; HERNÁNDEZ-CARRANZA P.; GUERRERO-BELTRÁN J. A. Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp). **Scientia Agropecuaria**. Universidade Nacional de Trujillo, v. 3, p. 279-289, dez. 2012.

ONG, Y. Y.; TAN, W. S.; ROSFARIZAN, M.; CHAN, E. S.; TEY, A. B. T. Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria from Fermented Red Dragon Fruit Juices. **Journal of Food Science**, v. n. 10, p.560-564, 2012.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; JOSÉ ALFREDO CARRILLO-SALAZAR, J. A.; Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, v.3, n.4, p. 220-237, 2012.

PANTOJA, L. **Seleção e aproveitamento biotecnológico de frutos encontrados na Amazônia para elaboração de bebida fermentada utilizando leveduras imobilizadas**. 2206. 196 p. Tese (Doutorado em Biotecnologia), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

PROHORT – Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro. BI Prohort. In:_____. Informações de Mercado. Disponível em: <http://dw.prohort.conab.gov.br/pentaho/Prohort>. Acesso em: 15 jul. 2015.

RAMIREZ-TRUQUEA, C.; ESQUIVEL, P.; CARLE, R. Neutral sugar profile of cell wall polysaccharides of pitaya (*Hylocereus* sp.) fruits. **Carbohydrate Polymers** v.83 p.1134–1138, 2011.

RIBÉREAU-GAYON.J; PEYNAUD.E; SUDRAUD. P; RIBÉREAU-GAYON.P. **Ciências y Técnicas Del Vino**. Tomo I. Editorial Hemisfério Sur. 1980.

RIZZON, L. A. ZANUZ, M. C.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa-CNPUV, 2003. 36p.

RIZZON, L. A.; ZANUS. C. M.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. in:_____ Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 52 p. ISSN 0102-3969, 1994.

SÁ, A. S. C. ; AZEVEDO, L. C. . **Caracterização físico-química da polpa e entrecasca da pitaia vermelha cultivada no sertão Sub-médio São Francisco**. In: XVIII ENAAL - Encontro Nacional e IV Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 2013, São Paulo. Anais do XVIII ENAAL - Encontro Nacional e IV Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 2013.

SACHS, L. G. **Vinagre**. Fundação Faculdades “Luiz Meneghel”. Bandeirantes – PR, 23p. 2001.

SILVA, A. C. C. A **Cultura da Pitaya**. _____. In: Toda Fruta.com.br. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/entrevistas>>. Acesso em: 22 fev. 2014.

SILVA, A. C. C.; MARTINS, A. B. G.; CAVALLARI, L. L.; Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 4, p. 1162-1168, dez. 2011.

SINGLETON V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American of Journal Enology and Viticulture**. v.16, p.144-158, 1965.

SUH, D. H. et al. Metabolite Profiling of Red and White Pitayas (*Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus*) for Comparing Betalain Biosynthesis and Antioxidant Activity. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**. S.I, p. 8764-8771. 7 ago. 2014.

TEIXEIRA, A. H. C. ; AZEVEDO, P. V. . Zoneamento agroclimático para a videira europeia no estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 4, n. 1, p. 139-145, 1996.

TENORE, G. C; NOVELLINO, E.; BASILE, A. Nutraceutical potential and antioxidant benefits of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) extracts. **Journal Of Functional Foods**, S.I, v. 4, p.129-136, 2012.

THIRUGNANASAMBANDHAM, K.; SIVAKUMAR, V.; PRAKASH MARAN, J. Process optimization and analysis of microwave assisted extraction of pectin from dragon fruit peel. **Carbohydrate Polymers**. v.112, p. 622–626, 2014.

