

Cinética da produção do fermentado alcoólico de abacaxi 'pérola' e caracterização da bebida

Kinetic production of alcoholic unfermented pineapple 'pearl' drink and characterization

Gisleânia D. L. Parente, Mércia M. de Almeida, Jéssica L. da Silva, Clovis G. da Silva e Manoel F. Alves

Resumo: As bebidas fermentadas de frutas são produtos promissores devido à tendência de aceitação em pesquisas de consumo, além de contribuírem para a redução de perdas pós-colheita de frutos perecíveis. Desta forma, este trabalho tem por objetivo estudar a produção do fermentado de abacaxi 'Pérola' utilizando a levedura de panificação e avaliar sua composição físico-química confrontando com a legislação vigente acerca de bebidas. O suco de abacaxi utilizado na produção da bebida, foi caracterizado físico-quimicamente quanto aos parâmetros: umidade, cinzas, sólidos solúveis, acidez titulável e pH. No processamento da bebida, utilizou-se uma concentração de levedura de 10g/L e concentração de sólidos solúveis de 14°Brix. Foi realizado o estudo cinético do processo de fermentação alcoólica, monitorando as seguintes variáveis: concentração de biomassa, concentração de etanol, sólidos solúveis, pH e acidez titulável. O fermentado de abacaxi 'Pérola' apresentou um teor alcoólico de 5,9°GL, enquadrando-se dentro das especificações da legislação a cerca de fermentados de fruta, e sua composição foi semelhante à de vinhos de uva. Com base nos resultados, pode-se concluir que a utilização de abacaxi 'Pérola' na elaboração de bebida fermentada é tecnicamente viável dando origem a um produto de maior valor agregado e contribuindo para o desenvolvimento da agroindústria no Estado da Paraíba.

Palavras-chave: *Ananas comosus L. Merril*, caracterização físico-química, vinho.

Abstract: The fermented fruit drinks are promising due to the trend of acceptance in consumer products research and contribute to the reduction of post-harvest losses of perishable fruits. Thus, this work aims to study the production of fermented pineapple 'Perola' using baker's yeast and evaluate its physical and chemical composition comparing with current legislation regarding liquor. The pineapple juice used in the production of drink, was characterized physico-chemically for parameters: moisture, ash, soluble solids, titratable acidity and pH. In the processing of the beverage, we used a yeast concentration of 10g / L and the concentration of soluble solids of 14 °Brix. The kinetics of the fermentation process was performed by monitoring variables: biomass concentration, ethanol concentration, soluble solids, pH and titratable acidity. The fermented pineapple 'Pearl' showed an alcohol content of 5,9 ° GL, fitting within the specifications of the legislation about fermented fruit, and its composition was similar to grape wines. Based on the results, we can conclude that the use of pineapple 'Pearl' in the preparation of fermented beverage is technically feasible yielding a product with higher added value and contributing to the development of agribusiness in the state of Paraíba.

Keywords: *Ananas comosus L. Merril*, physicochemical characterization, wine.

*Autor para correspondência

Recebido em 16/12/2013 e aceito em 28/06/2014

Mestre em Sistemas Agroindustriais – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UATA, Campus Pombal PB - Rua Jairo Vieira Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiras, CEP: 58.840.000. E-mail: gisleanya@gmail.com

Prof. D. Sc da Universidade Federal da Paraíba - UFPB/CT, Campus João Pessoa - Cidade Universitária – S/N, CEP: 58051-900. E-mail: mercia01@gmail.com

Aluna do curso de Engenharia de alimentos - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/UATA, Campus Pombal PB - Rua Jairo Vieira Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiras, CEP: 58.840.000.

E-mail: jessicaleite2010@gmail.com

Universidade Federal da Paraíba - UFPB/CT, Campus João Pessoa - Cidade Universitária – S/N, CEP: 58051-900. E-mail: algarobeira@gmail.com

Prof. D. Sc da Universidade Federal da Paraíba - UFPB/CT, Campus João Pessoa - Cidade Universitária – S/N, CEP: 58051-900. E-mail: manfalves@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas tropicais e, graças às suas condições de solo e de clima diversificadas, pode também dedicar-se ao plantio de fruteiras de clima temperado e subtropical, produtos com elevado potencial para o mercado externo (MORGADO, AQUINO E TERRA, 2004). Atualmente, o abacaxizeiro encontra-se difundido em regiões tropicais e subtropicais, sendo os principais países produtores Tailândia, Filipinas, Estados Unidos (Havaí), Brasil, China, Índia e Nigéria (MELO et al., 2006).

A cultura do abacaxi encontra-se condições ecológicas favoráveis à sua exploração na maior parte do território nacional. No Brasil, com uma área estimada de 62.862 hectares, os principais Estados produtores são Pará, Paraíba, Minas Gerais, Bahia, Rio Grande do Norte, São Paulo, Rio de Janeiro, Goiás, Tocantins, Maranhão, Espírito Santo e Pernambuco, ocorrendo, ainda, crescimento expressivo nos estados do Sul do país (AGRIANUAL, 2004).

Estima-se que, no Brasil, mais de 90% da produção de abacaxi é consumida *in natura* e as perdas giram em torno de 10% a 15%, especialmente decorrentes do descasque trabalhoso e da necessidade de equipamentos para consumo e armazenamento do líquido (DURIGAN, 2004). Além disso, o transporte da fruta entre grandes distâncias dentro do país, ou mesmo na exportação, exige métodos de conservação e transporte cada vez mais eficientes (THÉ, et al., 2009).

No Brasil, segundo maior produtor de abacaxi, a variedade Pérola é a mais cultivada (LIMA, REINHARDT E COSTA, 2001). O abacaxi é um fruto cujo valor nutritivo se resume, praticamente, ao seu valor energético, devido a sua composição de açúcares. Oliveira et al., (2012) caracterizaram a polpa do abacaxi da variedade Pérola e o teor de sólidos solúveis foi de 13,56°Brix. Os teores de proteína e de matéria graxa são inferiores a 0,5%, sua contribuição como vitamina C é pequena em relação a outras fontes, e não apresenta

praticamente nenhum outro nutriente em quantidade significativa (MATSSURA E ROLIM, 2002). O abacaxi possui quantidades de açúcares apreciáveis e pode ser utilizado em processos biotecnológicos, como por exemplo, na produção de fermentados de frutas.

A legislação brasileira (Brasil, 1997) estabelece que o fermentado de fruta é uma bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura.

A análise dos componentes voláteis (acetaldeído, acetona, éster acetato de metila e etila), metanol, etanol, alcoóis superiores (1-propanol, isobutanol, amílico e isoamílico), acidez total, açúcares residuais e pH são de vital importância para verificar se as características do produto estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (GARRUTI, 2001).

Esta pesquisa teve como objetivo utilizar o abacaxi 'Pérola' na elaboração de bebida fermentada visando obter um produto de maior valor agregado, e realizar o estudo cinético do processo de fermentação alcoólica, além de avaliar a composição físico-química da bebida.

Abacaxi 'Pérola'

O Brasil tem se destacado como produtor mundial de frutos do abacaxizeiro e é o terceiro maior produtor, sendo superado apenas pela Tailândia e as Filipinas (FAO, 2003). O crescimento da produção nacional, nos últimos anos, foi de 5,4%, o que pode ser considerado excepcional. O consumo brasileiro é de 1,9 milhões de toneladas métricas, representando 14 % do consumo mundial, o qual é abastecido pela produção interna, uma vez que o país não importa esta fruta (GONÇALVES et al., 2000). No cenário nacional, os principais Estados produtores de abacaxi são Paraíba, Minas Gerais, Pará e Tocantins (BRITO NETO et al, 2008).

O abacaxi é um fruto produzido em clima tropical e subtropical, muito apreciado e

consumido em todo o mundo, tanto ao natural quanto na forma de produtos industrializados (GORGATTI NETO et al., 1996), destacando-se o consumo sob a forma de compotas e sucos (GONÇALVES & CARVALHO, 2000).

Representa o segmento frutícola de maior importância no estado da Paraíba, sendo atualmente o maior produtor brasileiro, que em 2010 produziu 273,91 milhões de frutos (IBGE, 2012). O abacaxi é cultivado em 37 municípios Paraibanos, destacando-se como principais produtores: Santa Rita, Itapororoca, Araçagi e Pedras de Fogo (RODRIGUES et al., 2010).

As cultivares mais plantadas no Brasil é a Pérola e a Smooth Cayene (BRITO NETO et al., 2008). O abacaxi 'Pérola' é muito apreciado no mercado interno pela sua polpa suculenta e saborosa, considerada insuperável para o consumo fresco, e com grande potencial de comercialização internacional, pois é apreciado no Mercosul e na Europa (CUNHA, 2006).

O abacaxi recém-colhido contém: 80-85% de água, 12-15% de açúcares, 0,6% de ácidos, 0,4% de proteínas, 0,5% de cinzas, 0,1% de gordura, alguma fibra e várias vitaminas, principalmente A e C (Salunkhe & Desai, 1984). De acordo com análises realizadas no Instituto de Tecnologia de Alimentos, o abacaxi 'Pérola' maduro apresenta 16,2% de sólidos solúveis totais, 0,35% de ácido cítrico, 5,06% de açúcares redutores, 15,01% de açúcares totais, pH 4,15 e 9,0 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ (Bleinroth, 1978).

Entretanto, há um grande desperdício pós-colheita para algumas culturas, o que, notadamente, gera prejuízos. De acordo com ALVARENGA (2011) e a FAO (2012), a exigência estabelecida pelo mercado *in natura* está entre as causas do desperdício de frutas, que antes de serem direcionadas aos varejistas devem passar por uma seleção, onde são desclassificadas as frutas que estiverem fora do perfil padrão e conseqüentemente são desperdiçadas. Para DIAS et al. (2003) existe a necessidade de se desenvolver novos processamentos que permitam a redução das perdas e proporcionem um incremento na renda do agricultor. Uma das alternativas para que isto

ocorra é a produção de bebida alcoólica a partir de frutas nativas ou daquelas que facilmente se propaguem no solo brasileiro.

Bebidas fermentadas

A utilização de frutas nativas como matéria-prima para produção de bebidas fermentadas se apresenta como uma das soluções para minimizar as perdas dos frutos nas lavouras. Além disso, representa uma alternativa ao consumidor que procura novos sabores e maior variedade de produtos (VIEIRA, 2012). Para Caldas et al., (2006), o abacaxi pode ser considerado uma excelente matéria prima, sendo bastante favorável ao processo de fermentação alcoólica, devido ao seu alto teor de glicídios, um substrato importante para as leveduras durante a fermentação. Além disso, o suco de abacaxi apresenta acidez pronunciada, o que ajuda na produção de fermentado, tanto mantendo o mosto em condições ideais para o desenvolvimento de leveduras, quanto conferindo sabor ácido ao produto (GUIMARÃES & ROSA, 2011).

A fermentação é um dos processos mais antigos e usados pelos egípcios na fabricação de bebidas alcoólicas a partir de frutas e cereais existentes há mais de 4.000 anos (Aquarone et al., 1983). A fermentação alcoólica segundo Sachs (2001) é feita por leveduras, normalmente em cultura pura com levedo selecionado, isto é, cepas com boa capacidade de produzir álcool, ou ainda, são usadas leveduras de panificação devido a facilidade de se obter este fermento como inóculo. As leveduras utilizadas são: *Saccharomyces cerevisiae*, *saccharomyces cerevisiae ellipsoideus* e eventualmente *Saccharomyces uvarum*. As leveduras atacam basicamente os açúcares (amido, glicose, frutose, sacarose e outros) transformando-os em álcool etílico e gás carbônico, além de outros produtos secundários, como ácidos orgânicos.

Bebidas fermentadas de frutas constituem produtos promissores devido à tendência de aceitação em pesquisas de consumo, além de contribuírem para a redução de perdas pós-colheita de frutos perecíveis (SANDHU e

JOSHI, 1995). Tradicionalmente, são empregadas uvas e maçãs na obtenção de bebidas fermentadas. Muitos países, principalmente os europeus, produzem vinhos de frutas pelos mesmos processos de fabricação, sendo a maçã, a pera, a groselha, a framboesa e a cereja as mais utilizadas. Nos países tropicais frutas como laranja, goiaba, abricó, abacaxi, manga (SANDHU e JOSHI, 1995) e caju (TORRES NETO et al., 2006) fornecem vinhos bastante apreciados e saborosos (MUNIZ et al., 2002).

A legislação brasileira (Brasil, 1997) estabelece que o fermentado de fruta é uma bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura.

O sabor do vinho é influenciado pela quantidade de compostos voláteis, tais como, ésteres, aldeídos, alcoóis superiores e metanol. Estes compostos têm enorme relevância sensorial contribuindo para a complexidade e originalidade do vinho. Podem ser formados durante a fermentação alcoólica e sua quantidade deve estar dentro dos limites normais para que não haja alterações indesejáveis no sabor final da bebida (SILVA, 2012).

Os vinhos ou fermentados de frutas são divididos em três classes no que se refere à quantidade de açúcares residuais. A primeira classe apresenta os vinhos do tipo seco, com até 5 g/L, a segunda entre 5 e 20 g/L são os do tipo meio seco e a terceira é a classe dos vinhos suaves, com mais de 20 g/L (RIZZON et al., 1994). Conforme Torres Neto et al., (2006), os fermentados de frutas geralmente apresentam pH variando entre 3,0 e 4,0. A análise de pH facilita na avaliação da resistência do produto à infecção bacteriana.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análises de Alimentos e no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal da Unidade Acadêmica de

Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande/ Campus Pombal.

Matéria-prima

O abacaxi Pérola (*Ananas comosus* L. Merrill) utilizado nesta pesquisa foi proveniente do Sertão paraibano mais especificamente da cidade de Patos/PB.

Microrganismo

O microrganismo utilizado na fermentação alcoólica foi a levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* (fermento biológico comercial, 70% de umidade, em base úmida).

Etapas do processamento do abacaxi 'Pérola' utilizado na produção do fermentado

Recepção e seleção

Os frutos de abacaxi no estágio maduro foram conduzidos para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal – UATA/CCTA/UFCG/Campus Pombal, onde passaram por uma seleção visando eliminar os frutos defeituosos e machucados. A seleção é um ponto importante para garantir um produto de boa procedência e também para não comprometer o processo fermentativo.

Higienização e armazenamento

Os abacaxis foram lavados usando uma solução de detergente neutro a 2% para a retirada das sujidades presentes na superfície do fruto com auxílio de uma escova de nylon. Em seguida foram enxaguados com água limpa. Após a lavagem faz-se necessário uma sanitização, Figura 1, os abacaxis foram imersos em uma solução de Cloro Ativo na dose de 50ppm (2,5mL/L) onde permaneceram por 15 minutos, conforme restabelecido pela Anvisa através da Resolução nº 150 de 28 de Maio de 1999.

Para higienização dos equipamentos e utensílios foi utilizada uma solução de Cloro

Ativo na dose de 200ppm (10mL/L) imersos em um período de 30 minutos.

Figura 1- Higienização dos abacaxis



Extração e acondicionamento do suco de abacaxi

Para a extração do suco de abacaxi é indispensável à retirada da casca. Utilizou-se o método manual com auxílio de facas e em seguida cortou em cubos para facilitar no despulpamento. Os pedaços de abacaxi foram processados em uma centrífuga e filtrados em tecidos previamente higienizados, separando o suco de abacaxi que foi usado na fermentação alcoólica, e reservando o bagaço e as cascas. O suco de abacaxi foi transferido para embalagens plásticas de 1 litro com fecho zip, etiquetadas e armazenadas em freezer, a -18°C , com a finalidade de prolongar a vida útil, e posteriormente ser utilizada na produção da bebida fermentada. Os frutos integrais, a polpa, o suco, a casca e o bagaço foram pesados em balança para o cálculo do rendimento.

Caracterização físico-química dos frutos utilizados na produção de bebida fermentada

A caracterização físico-química do suco de abacaxi foi realizada no Laboratório de Análises de Alimentos da UATA/CCTA/UFCG, onde foram determinados os seguintes parâmetros: umidade, cinzas, sólidos solúveis totais, acidez total e pH (BRASIL, 2005).

Produção de bebida fermentada de abacaxi (cv. Pérola)

A produção da bebida fermentada foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal da UATA/CCTA/UFCG/Campus Pombal, em biorreator de polietileno, em sistema de batelada, com capacidade de 7,5 litros. A produção da bebida fermentada foi feita na condição de 14°Brix e 10g/L de levedura e submetido aos demais procedimentos do processo fermentativo.

Figura 2- Biorreator de polietileno



Sulfitação e inóculo

A sulfitação consiste em eliminar os fenômenos indesejáveis durante a fermentação, tais como o escurecimento e a proliferação de bactérias. Foi adicionado o metabissulfito de potássio ($K_2S_2O_5$), numa concentração de 3 gramas para cada 10 litros de suco. Foi adicionada ao mosto uma concentração de 10g/L (base úmida) de levedura *Saccharomyces cerevisiae*, fermento biológico comercial.

Fermentação alcoólica

O volume de mosto a fermentar foi de 5 litros, em ambiente climatizado com temperatura de $25 \pm 2^\circ C$. Durante a fase da fermentação alcoólica foi realizada a cada 3 horas o controle das seguintes variáveis: sólidos solúveis (SS), temperatura; pH; teor alcoólico, acidez total e

concentração de biomassa, até que o °Brix do mosto estabilizasse.

Trasfegas

Finalizada a fermentação, o fermentado será levado à geladeira por 7 dias para facilitar a decantação da levedura. Após 7 dias deve ser feita a primeira trasfega do fermentado (transferindo a bebida para outro recipiente), depois de 30 dias será feita a segunda trasfega até que se elimine a maior quantidade de levedura possível. A trasfega consiste na remoção das partículas sólidas em suspensão, que, caso não sejam removidas, podem dar origem a produtos de odor desagradável, os quais depreciam a qualidade da bebida.

Engarrafamento e pasteurização

O fermentado foi engarrafado em garrafas de vidro escuro. O processo de pasteurização visa eliminar os microrganismos indesejáveis, inclusive resíduos remanescentes do fermento, por choque térmico. A pasteurização foi realizada em água previamente aquecida a uma temperatura de 65°C durante 30 minutos. O choque térmico foi realizado com o resfriamento das garrafas em água corrente.

Armazenamento

O fermentado de abacaxi engarrafado e pasteurizado foi mantido em ambiente seco.

Análises físico-químicas durante o processo de fermentação alcoólica

Durante a fermentação alcoólica da bebida fermentada foram realizadas a cada 3 horas análises de: sólidos solúveis totais (°Brix), temperatura, concentração de biomassa (g/L), acidez total (g/100mL), pH e concentração de etanol (°GL).

Sólidos solúveis

Foi utilizada a metodologia descrita em BRASIL (2005).

Concentração de biomassa

A biomassa celular foi determinada adotando-se o método de massa seca descrito por FLORENTINO (2006), que consiste em separar as células do meio, secá-las e pesá-las.

Acidez total

A concentração de acidez total foi determinada pelo método de titulação volumétrica seguindo a metodologia proposta por BRASIL (2005).

pH

Será utilizada a metodologia descrita em BRASIL (2005).

Concentração de etanol (teor alcoólico)

A concentração de etanol será determinada utilizando-se o ebulliômetro. Inicialmente será feita a calibração do equipamento com água destilada, até a temperatura de ebulição, a qual serve de referência para o etanol. Com a temperatura de ebulição da água e da amostra, será determinada a concentração de etanol da amostra, utilizando a régua de conversão que acompanha o equipamento.

Sabendo que 1°GL equivalente a 1% de etanol, que por sua vez equivale a 1mL/100mL (Equação 1), a concentração de etanol expressa em g/L (Equações 2 e 3) foi obtida a partir da graduação alcoólica na escala Gay Lussac (°GL).

$$1^{\circ} \text{GL} \longrightarrow 1\% \text{ de Etanol} \longrightarrow \frac{1 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = \frac{1^{\circ} \text{GL}}{100} \quad (1)$$

$$P \text{ (g/L)} = \rho_{\text{Alcool}} \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}} \right) \times \left(\frac{\text{°GL}}{100} \right) \times 1 \left(\frac{\text{L}}{\text{L}} \right) \quad (2)$$

$$P \text{ (g/L)} = 0,7895 \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}} \right) \times \frac{\text{°GL}}{100} \times \frac{1000}{1} \left(\frac{\text{mL}}{\text{L}} \right) \quad (3)$$

onde:

P - Concentração de etanol (g/L);

ρ_{Alcool} - Densidade específica do etanol (0,7895 g/mL).

Cálculo dos parâmetros cinéticos da fermentação alcoólica

O percentual de conversão e a produtividade (g/L.h) relativo a fermentação alcoólica, foram calculados pelas Equações 4 e 5, respectivamente:

$$\text{Conversão (\%)} = \frac{P}{S_0 \times 0,511} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Produtividade (g/L.h)} = \frac{P}{t} \quad (5)$$

Em que:

P - concentração de etanol experimental;

S₀ - concentração inicial de substrato;

t - tempo de fermentação (h).

Através das Equações 6 e 7, foram calculados os parâmetros cinéticos Y_{x/s} e Y_{p/s}:

$$Y_{x/s} = \frac{X - X_0}{S_0 - S} \quad (6)$$

$$Y_{p/s} = \frac{P - P_0}{S_0 - S} \quad (7)$$

Onde:

X - concentração final de biomassa (g/L);

X₀ - concentração inicial de biomassa (g/L);

S - concentração final de substrato (g/L);

S₀ - concentração inicial de substrato (g/L);

P - concentração final de produto (g/L);

P₀ - concentração inicial de produto (g/L);

Y_{x/s} (rendimento de biomassa) - quantidade de biomassa formada em relação à quantidade de substrato limitante consumido;

Y_{p/s} (rendimento do produto) - quantidade de produto formado em relação à quantidade de substrato limitante consumido.

Caracterização da bebida

A determinação de acidez titulável e sólidos solúveis foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos – UATA\CCTA\UFCG conforme as metodologias descritas em BRASIL (2005).

As determinações dos teores de ésteres, aldeídos, álcoois superiores e metanol e etanol da bebida fermentada de abacaxi foram determinadas por cromatografia gasosa no

Laboratório da destilaria Gramame Industrial Agrícola GIASA S.A\PB localizada a 60 km do Porto de Cabedelo/PB.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

1) Caracterização física e físico-química do abacaxi ‘Pérola’

Os valores referentes às pesagens e rendimentos (polpa, casca e suco) do abacaxi são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Rendimento de polpa, casca e bagaço do abacaxi (referente a 10 unidades de abacaxi)

Parâmetros	Resultados
Massa total dos frutos (kg)	12,79
Massa total de polpa (kg)	8,13
Massa total das cascas (kg)	3,25
Massa total de bagaço (kg)	2,45
Massa total de suco (kg)	5,68
Rendimento de polpa (% p/p)	63,57
Rendimento de suco (% p/p)	44,41
Rendimento de casca (% p/p)	25,41

Comparando os rendimentos de polpa (63,57%) e casca (25,41%), Tabela 1, pode-se verificar que são superiores aos estudos realizados por Ribeiro *et al.* (2011) com o abacaxi Pérola, que foi de 44,10% de polpa e 18,96% de casca. As variações observadas no rendimento de polpa e casca dos frutos ocorrem principalmente pelo fato dos locais de cultivo apresentar condições climáticas diferentes. Os frutos de maior tamanho e massa são mais apreciados para o consumo *in natura*, uma vez

que os consumidores observam e dão preferência à aparência do fruto, que de acordo com Chitarra & Chitarra (1990), é um fator de qualidade que determina o valor comercial do produto, sendo importante nas operações de processamento, porque facilitam os cortes, descascamento ou mistura para produtos uniformes.

Os resultados das análises físico-químicas do suco de abacaxi encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização físico-química do suco de abacaxi

Parâmetros analisados	Média ± desvio padrão
Umidade (%)	85,91 ± 0,47
Cinzas (%)	0,31 ± 0,01
Sólidos solúveis (°Brix)	14,57 ± 0,23
pH	3,88 ± 0,10
ATT (% ácido cítrico)	0,49 ± 0,03

Dentre as características físico-químicas analisadas, é necessário dá ênfase a dois parâmetros que são de suma importância para o processo fermentativo, o pH e o teor de sólidos solúveis. Sendo o teor de açúcar o fator de maior importância, pois o microrganismo o converterá em álcool etílico, produzindo assim, a bebida fermentada.

Os valores de pH (3,88) e SS (14,57°Brix) observados no suco de abacaxi, Tabela 2, estão bem próximos ao verificado por Rodrigues *et al.* (2012) quando estudaram a produção de

refrigerante a partir do suco integral de abacaxi, sendo o teor de umidade, cinzas, e acidez total no suco de abacaxi de 85,91%, 0,31% e 0,49% respectivamente. Valores bastante próximos aos resultados encontrados por Oliveira *et al.* (2012) com percentuais de 85,5% de umidade, e 0,31% de cinzas. Ribeiro *et al.* (2011) estudando as características físico-químicas do abacaxi 'Pérola' observaram pH de 4,0; SS de 14,4°Brix e ATT de 0,47%. Estudos realizados por Chaves *et al.* (2011), com o abacaxi 'Pérola' observaram valores de SS de 11,75°Brix; pH de 3,74, ATT

de 0,58% e 86,25% de umidade. No que diz respeito à pectina, foi determinado um valor de 0,24%, próximo ao valor determinado por Dias *et al* (2003), que encontrou 0,3% de pectina total na polpa de cajá.

Na maioria dos processos fermentativos o pH do meio afeta tanto o crescimento, como a formação do produto. A maioria dos microrganismos apresenta uma faixa estreita de pH, na qual crescimento e formação de produto ocorrem a altas velocidades e desta forma ele é controlado na maioria das fermentações. Embora haja exceções, bactérias usualmente crescem no intervalo de pH de 4 a 8, leveduras de 3 a 6, mofos de 3 a 7 e células superiores na faixa de 6,5 a 7,5. Como uma consequência, o pH pode ser usado para selecionar preferencialmente as leveduras sobre as bactérias e diminuir a susceptibilidade à contaminação bacteriana. Segundo Aquarone *et al* (1983) a faixa de pH entre 3,8 e 4,0 permite uma fermentação alcoólica rápida além de inibir bactérias indesejáveis. Tais informações mostram que o suco de abacaxi usado na elaboração da bebida fermentada encontra-se dentro da faixa

adequada de pH e acidez para realizar uma boa fermentação além de mostrar-se coerente quando comparado aos dados da literatura.

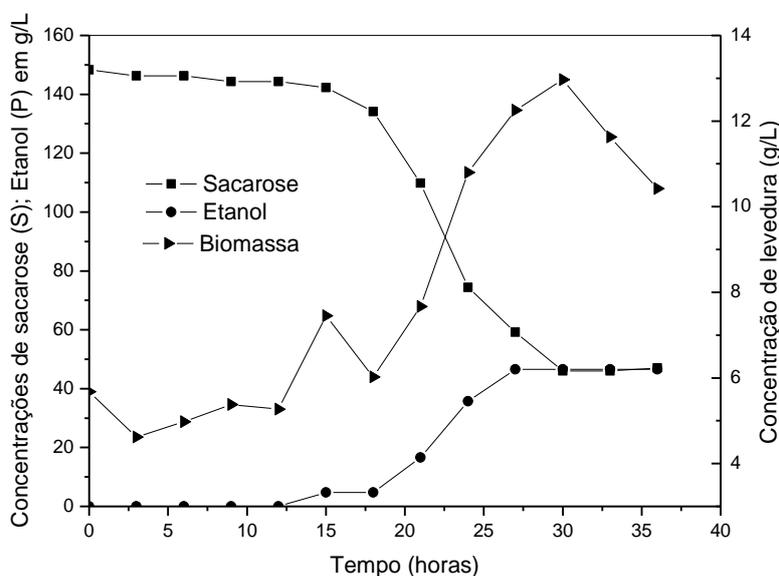
O teor de SS é de grande importância, tanto para o consumo *in natura* como para o processamento industrial, visto que elevados teores desses constituintes na matéria prima implicam em menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento. O percentual de SS presente no suco de abacaxi, de 13,52°Brix é adequado ao processo de fermentação alcoólica.

2) Cinética do processo fermentativo

No que diz respeito à cinética fermentativa, os perfis de P (produto), S (substrato) e X (biomassa) podem ser observados na Figura 3.

O comportamento cinético da concentração celular (biomassa), sólidos solúveis (substrato) e produto (etanol) em função do tempo de fermentação representam as principais variáveis do processo fermentativo.

Figura 3 – Cinética do processo de fermentação alcoólica na produção de fermentado de abacaxi



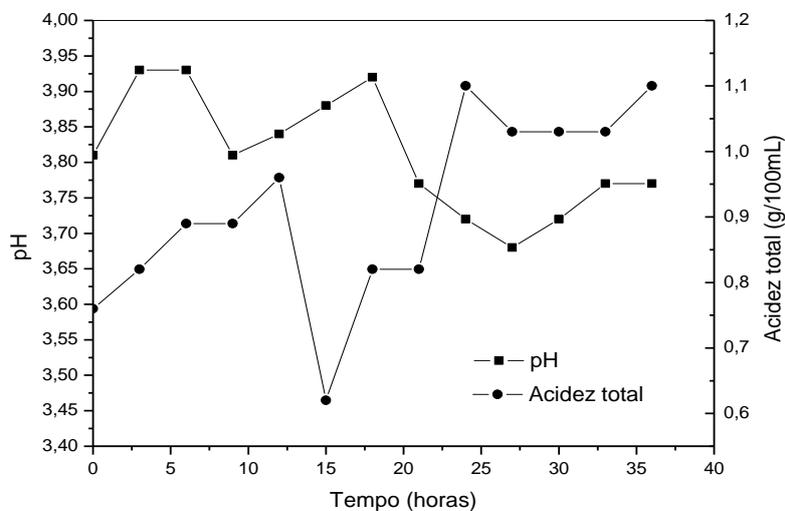
Verifica-se o comportamento da concentração de sólidos solúveis, que inicialmente era de 148,33g/L, havendo uma redução até as 30 horas de fermentação, em decorrência do consumo do substrato pelo microrganismo, até atingir níveis de concentração de etanol próximos de 46,58 g/L, que corresponde a 5,9°GL (% v/v). Valores idênticos foram encontrados por Muniz *et al.* (2012), que obteve 5,9°GL (% v/v) em fermentado de algaroba, utilizando inicialmente as concentrações de 15°Brix e 10g/L de

leveduras. Resultado semelhante também foi encontrado por Lopes *et al.* (2005) quando produziram o fermentado do fruto da palma forrageira com a mesma levedura, observando o valor de 43,5 g/L.

Comportamento do pH e acidez total

O comportamento do pH e acidez total durante o processo fermentativo poder observado na Figura 4.

Figura 4 – Comportamento do pH e da concentração de acidez total (g/100mL de ácido acético) em função do tempo de fermentação



O aumento da acidez total e consequentemente, a redução no pH ao longo do processo fermentativo, mostrados na Figura 5, são decorrentes provavelmente da produção de ácidos orgânicos, como ácido láctico, acético e succínico (BORZANI et al., 1983). O pH encontrado para o fermentado de abacaxi ao final do processo fermentativo, foi de 3,77, valor próximo ao observado por Caldas *et al.* (2006), que encontrou pH de 3,90 para o vinho de abacaxi. O valor final de acidez total foi de aproximadamente 1,1g/100mL, que equivale a 11g/L, valor superior ao determinado por Torres Neto *et al.* (2006), que encontrou valores

correspondentes a 7,2 g/L para fermentado de caju. Os fermentados de frutas geralmente apresentam pH variando entre 3,0 e 4,0 favorecendo resistência do produto à infecção bacteriana.

3) Avaliação dos parâmetros cinéticos

Os valores do percentual de conversão, produtividade (g/L.h), rendimento de biomassa em relação ao substrato ($Y_{x/s}$) e rendimento de produto em relação ao substrato ($Y_{p/s}$) podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do % conversão, produtividade, $Y_{p/s}$ e $Y_{x/s}$ do processo fermentativo do suco de abacaxi.

Parâmetros	Valores experimentais
Conversão (%)	81,24
Produtividade (g/L.h)	1,55
$Y_{p/s}$	0,413
$Y_{x/s}$	0,072

Pode-se constatar pela Tabela 3, que o percentual de conversão e produtividade em álcool obtidos neste trabalho, está dentro da faixa encontrada na literatura, onde o % Conversão e produtividade variam de 55,67% e 0,78 g/L.h (Silva, 2004) a 95% e 5,9 g/L.h (Lopes, 2005), respectivamente. Bortolini *et al.* (2001) obtiveram percentuais de conversão variando de 75,6 a 92,4% e produtividades de 0,74 a 2 g/L.h quando estudaram a fermentação alcoólica do kiwi.

Os rendimentos em produto ($Y_{p/s}$) para esta pesquisa foi de 0,413g/g, sendo este próximo aos valores determinados por Almeida (2007), que obteve 0,469g/g e por Andrietta & Stuppiello (1990) que verificaram para $Y_{p/s}$ valores de

0,445 ao estudarem a fermentação alcoólica do caldo de cana. Os rendimentos em biomassa ($Y_{x/s}$) foi de 0,072g/g o qual está bem próximo aos valores reportados por Almeida (2007), que obteve $Y_{x/s}$ igual a 0,075, na produção do fermentado de mandacaru. As variações observadas nos parâmetros cinéticos por várias pesquisas podem ser atribuídas a vários fatores como: cepa de levedura, operação do reator, temperatura e concentração de substrato.

4) Caracterização da bebida fermentada de abacaxi

A composição da bebida fermentada de abacaxi pode ser observada na Tabela 4.

Tabela 4 – Composição do fermentado de abacaxi 'Pérola'

Parâmetros analisados	Valores \pm desvio padrão
pH	3,77 \pm 0,02
Acidez total (% ácido acético)	1,03 \pm 0,04
Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix)	4,50 \pm 0,01
Teor alcoólico (% v/v)	5,90 \pm 0,2
Metanol (mg/L)	14,58 \pm 0,9
Alcoóis superiores (mg/L)	
N-propanol	15,10 \pm 1,1
Iso-butanol	44,80 \pm 2,0
Iso-amílico	101,60 \pm 1,3
Acetaldeído (mg/L)	87,90 \pm 1,5
Acetato de etila (mg/L)	18,40 \pm 0,8

A bebida fermentada de abacaxi engarrafada pode ser observada na Figura 5. O teor alcoólico 46,58g/L (5,9 $^{\circ}$ GL) da bebida encontra-se de acordo com as especificações exigidas pela legislação brasileira de bebidas (Brasil, 1997), que determina para fermentados de fruta uma graduação alcoólica de 4 a 14 $^{\circ}$ GL. A graduação alcoólica do fermentado de abacaxi também se encontra idêntico ao valor determinado por Muniz *et al* (2012) para o fermentado de algaroba que foi de 5,9 $^{\circ}$ GL.

Quanto ao teor de açúcares remanescentes, expressos em $^{\circ}$ Brix, o fermentado de abacaxi está dentro da faixa reportada na literatura, com valores de 3,6 $^{\circ}$ Brix para o fermentado de caju (Torres Neto et al., 2006) e concentração final de 8,0 $^{\circ}$ Brix no fermentado de laranja (Corazza et al., 2001). O pH de 3,7 confere ao fermentado de abacaxi maior resistência às contaminações por microrganismos.

Figura 5 – Fermentado de abacaxi 'Pérola'



A presença dos alcoóis superiores em vinhos, nas concentrações de 140 a 420 mg.L⁻¹ exerce um papel favorável à sua qualidade sensorial, no entanto, teores elevados tornam o aroma “asfíxiante”, depreciando a sua qualidade. Os teores médios dos alcoóis superiores no fermentado de abacaxi (Tabela 4) encontram-se dentro dos limites apresentados na literatura, concordando com os valores apresentados para vinhos de uvas, cuja variação é de 6-63 mg.L⁻¹ para o N-propílico, 12-174 mg.L⁻¹ para o isobutílico e 55-384 mg.L⁻¹ para alcoóis amílicos (ARAÚJO et al., 2009). De acordo com Oliveira (2000), os alcoóis superiores apresentam um aroma penetrante e desagradável e em elevadas concentrações contribuem para a baixa qualidade dos vinhos e quando presente em baixas concentrações (menos de 300mg/L) pode contribuir positivamente para o aroma da bebida.

O fermentado de abacaxi apresentou uma quantidade de 18,40mg/L de acetato de etila, inferior ao valor encontrado no vinho de caju de Torres Neto et al (2006) que foi de 49,60mg/L e inferior aos teores médios apresentadas por Rizzon (1984) para 75 vinhos brancos (26,9-173,2 mg.L⁻¹) e tintos (49,7-208,1 mg.L⁻¹). As condições operacionais desta pesquisa não induziram a formação do acetato de etila nos fermentados de abacaxi em quantidades superiores a 200 mg.L⁻¹, citadas como capazes de conferir características de deterioração ao aroma de vinhos de uvas (RIZZON, 1987).

De acordo com Torres Neto et al., (2006), o acetaldeído é formado no decorrer da fermentação sendo um produto do metabolismo primário produzido a partir de aminoácido presentes no meio fermentativo e pela oxidação do etanol. A bebida fermentada de abacaxi obteve um valor de 87,90mg/L de acetaldeído valor inferior a 100 mg.L⁻¹, citados como limite inferior para a sua percepção pelo olfato em vinhos (ALIAN; MUSSENGE, 1976) e estão conforme os padrões (13-108 mg.L⁻¹) apresentados por Nikanen (1986) para vinhos brancos.

O teor de metanol de 14,58mg/L na bebida fermentada de abacaxi mostra-se dentro dos

valores reportados na literatura, e foram similares aos encontrados por Gnekow e Ough (1985) para vinhos brancos (18,9-40,5 mg.L⁻¹) e inferiores para vinhos tintos (61,3-155,6 mg.L⁻¹).

CONCLUSÃO

O abacaxi ‘Pérola’ utilizado na produção do fermentado apresentou características adequadas para o consumo in *natura* e para o processamento industrial.

Os parâmetros cinéticos: % de conversão, produtividade, Y_{P/S} e Y_{X/S} comprovaram o bom desempenho da levedura de panificação no processo de fermentação alcoólica.

As características físico-químicas da bebida fermentada de abacaxi ‘Pérola’ estão dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente acerca de bebidas, e sua composição foi semelhante à dos vinhos de uva e outros fermentados de frutas.

A produção de bebida fermentada de abacaxi é tecnicamente viável em função da qualidade do produto, e pode ser considerado como uma forma promissora de aproveitamento dos excedentes da safra além contribuir para melhores condições de emprego e renda nas propriedades rurais, principalmente do Estado da Paraíba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL: Anuário de Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultório e Comércio, 2004. 521p.

ALMEIDA, M. M. de. **Estudo da bioconversão do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) para produção de bioprodutos**. Campina Grande: UFCG/CCT, 2007. 145p. (Tese de Doutorado).

ALIAN, A.; MUSSENGE, H. M. Utilization of pineapple waste for wine making. **Journal of Science and Technology (Zambia)**, v. 1, p. 29-33, 1976.

- ANDRADE, J.S.; PANTOJA, L.; MAEDA, R.N. Melhoria do rendimento e do processo de obtenção da bebida alcoólica de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23(supl), p. 34-38, dezembro, 2003.
- ANDRIETTA, S. R.; STUPIELLO, J. P. Simulação e modelagem para processo de fermentação alcoólica (II) contínua. **STAB, Açúcar, Alcool e subprodutos**, Piracicaba, v.9, p.45-51, set./dez., 1990.
- AQUARONE, E.; LIMA, U.A. ; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo: Edgard Blucher, 1983. v.5. 243p.
- 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 smooth cayenne para a produção de vinhos – estudo da composição química e estabilidade . **Ciênc. tecnol. aliment.** Campinas. v.29 : 56-61, jan-mar. 2009.
- BORZANI, W., AQUARONE, E., LIMA, U.A. **Engenharia bioquímica**, v.3. São Paulo. 1983.
- BRASIL, Decreto nº 2314, 4 set. 1997, **Diário Oficial da União, Brasília**, 05 de set., 1997.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p. (Série A. Normas Técnicas).
- BRITO NETO, J. F., PEREIRA, W. E., SÁ SOBRINHO, R. G., BARBOSA, J. A., SANTOS, D. P. Aspectos produtivos da abacaxicultura familiar e comercial no estado da Paraíba. **Revista Caatinga**, Mossoró- RN, v. 21, n. 4, p.43-50, 2008.
- CALDAS, M. C. S.; MANFROI, L; MELO NETO, B. A.; SANTOS, J. S.; NASCIMENTO, L. A.; CARVALHO, E. A.; CARVAJAL, J. C. L.; MENDONÇA, F. H. O. Elaboração de fermentado alcoólico de abacaxi. **I JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA**. Bananeiras, 2006.
- CANTARELLI, P. R. **Tecnologia da transformação. In: Abacaxi - Produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, [1982]. p.31-48.
- CHAVES, K. F.; CRUZ, W. F.; SILVA, V. R. O.; MARTINS, A. D. O.; RAMOS, A. L. S.; SILVA, M. H. L. Características físico-químicas e aceitação sensorial de abacaxi 'Pérola' minimamente processado adicionado com antioxidantes. **Tecnologia & Ciências Agropecuárias**, João Pessoa, v.5, n.1, p.35-39, 2011.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: ESAL/Faepe, 320 p.1990.
- CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. **Química Nova**. v.24, n.4, p.449-452, 2001.
- CUNHA, G. A .P. da. **Paraíba e Bahia aderem à produção integrada de abacaxi**, 2006. Disponível em: <<http://www.agrosolution.com.br>>. Acesso em: 30 abr. 2012.
- DIAS, D. R., SCHWAN, R. F., LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias monbin* L.). **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas- SP, v. 23, p. 342-350, 2003.
- DURIGAN, J. F. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. Anais da 11ª Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria, 13 a 16 de setembro, Centro de Convenções de Fortaleza (CE), **Anais...2004**.

- FAO. FAOSTAT DATABASE COLLECTIONS, Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/collections/subet=agriculture>>. Consultado em: 15 jun. 2012.
- FAO. FAOSTAT DATABASE COLLECTIONS. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/collections/subet=agriculture>>. Consultado em: 08 mai. 2003.
- GARRUTI, D.S. **Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju**. 2001. 218f. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas.
- GONÇALVES, N. B., CARVALHO, V. D. de. **Características da fruta**. In: GONÇALVES, N. B. (ORG.). Abacaxi pós-colheita. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento; Embrapa. Comunicação para Transferência de Tecnologia. 2000. cap. 2, p.13-27 (Frutas do Brasil, 5).
- GONÇALVES, N. B., CARVALHO, V. D. de., GONÇALVES, A. J. R. de. Efeito do cloreto de cálcio e do tratamento hidrotérmico na atividade enzimática e no teor de fenólicos do abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.254- 257, 2000.
- GORGATTI NETO, A., CARVALHO, V. D. de, BOTREL, N., BLEINROTH, E. W., MATALHA, M., GARCIA, A. E., ARDITO, E. F. G., GARCIA, E. E. C., BORDIN, M. R. **Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 41p. (FRUPEX, Publicações Técnicas, 23).
- GUIMARÃES, N. C.; ROSA. H. D. S. **Estudo da influencia da suplementação com minerais na fermentação do mosto de abacaxi**. Uberaba, Minas Gerais, 2011.
- GNEKOW, B.; OUGH, C. S. Methanol in wines and most: sources and amounts. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 27, n. 1, p. 1-6, 1976.
- HASHIZUME, T. Em **Biotecnologia na Produção de Alimentos**; Aquarone, E.; Borzani, W.; Schmidell, W.; Lima, U. A., eds.; Edgard Blücher Ltda: São Paulo, 2001, cap. 2.
- IBGE, **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, v.25 n.02 p.1-88, 2012.
- LIMA, V. P. DE; REINHARDT, D. H.; COSTA, J. A. Desbaste de Mudas Tipo Filhote do Abacaxi cv. Pérola – 1. Produção e Qualidade do Fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.23. n.3, p.634-638, 2001.
- LOPES, R. de V. V.; ROCHA, A, S.; SILVA, F. L. H.; GOUVEIA, J. P. G. Aplicação do planejamento fatorial para otimização do estudo da produção de fermentado do fruto da palma forrageira. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, p.25-32, 2005.
- LOPES, R. V. V. **Estudo cinético da produção de vinho do futo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill)**. 2005. 95f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- MANFROI, L.; MIELE, A. ; RIZZON, L.A. ; BARRADAS, C. I. N. Composição físico-química do vinho carbenet franc de videiras conduzidas no sistema lira aberta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, n.2. p.290-296, abr.-jun. 2006.
- MATSSURA, F. C. A. U.; ROLIM, R. B. Avaliação da Adição de Suco de Acerola em Suco de Abacaxi Visando à Produção de um “Blend” com Alto Teor de Vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.24. n.1, p.138- 141, 2002.

MORGADO, I. F.; AQUINO, C. N. P.; TERRA, D. C. T. Aspectos econômicos da cultura do abacaxi: sazonalidade de preços no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.26, n.1, p.44-47, 2004.

MUNIZ, C. R.; BORGES, M. de F.; ABREU, F. A. P. de.; TIEKO, R. **Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v.20, n.2, 2002.

MUNIZ, M. B.; SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P.; SILVA, C. G.; ROCHA, A. S.; SANTOS, S. F. M. Produção de fermentado de algaroba (*prosopis juliflora*). Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Búzios, **Anais...** 2012.

NYKANEN, L. Formation and occurrence of flavour compounds in wine and distilled alcoholic beverages. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 37, n. 1, p. 84-96, 1986.

OLIVEIRA, J. A. R.; CARVALHO, A. V.; MARTINS, L.H.S.; MOREIRA, D. K. T. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de estruturas de polpa concentrada de abacaxi. **Alimentos Nutrição**, Araraquara. v.23, n. 1, p. 23-31, 2012.

OLIVEIRA, J.M. **Aromas varietais e de fermentação determinantes da tipicidade das castas Loureiro e Alvarinho**, Tese de doutoramento, Universidade do Minho, 2000.

RIBEIRO, W. S.; BARBOSA, J. A.; CARNEIRO, G. G.; LUCENA, H. H.; ALMEIDA, E. I. B. Controle do fungo penducular do abacaxi pérola. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.1, p.1-6, 2011.

RIZZON, L. A.; SALVADOR, M. B. G. Teores de cátions dos vinhos da microrregião homogênea viticultora de Caxias do Sul (M. R.

H. 311). Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho**, 1987, p. 1-4. (Comunicado Técnico, v. 4).

Rizzon, L. A.; Zanuz, M. C.; Manfredini, S.; Como Elaborar Vinho de Qualidade na Pequena Propriedade, 3a ed., **Embrapa**: Bento Gonçalves, 1994.

RODRIGUES, A.A.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, A.P.; SILVA, S.M.; PEREIRA, W.E. Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros 'Pérola' e 'Smooth Cayenne' no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.1, p.126-134, 2010.

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

SALUNKHE, D. K., DESAI, B. B. Postharvest biotechnology of fruits. **Boca Raton: CRC Press**, 1984. v. 2, 194p.

SANDHU, D. K.; JOSHI, V. K. Technology quality and scope of fruit wines especially apple beverages. **Indian Food Industry**, New Delhi, v.14, n.1, p. 24-34, 1995.

SALTON, M. A.; Daudt, C. E.; Rizzon, L. A.; **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 2000, 20, 302.

SILVA, A. S. G. **Avaliação dos compostos fenólicos e voláteis ao longo da vinificação**. Universidade de Aveiro. Departamento de química. 2012. 122p. (Dissertação de Mestrado em Biotecnologia)

THÉ, P. M. P.; NUNES, R. P.; CARVALHO, V. D. Efeitos de tratamentos pós-colheita sobre os fatores que influenciam na textura de abacaxis cv Smooth Cayenne. **Revista Ceres**, v. 56, n. 6, p. 705-712, 2009.

TORRES NETO, A. B.; SILVA, M. E.; SILVA, W. B.; SWARNAKAR, R.; SILVA, F. L. H. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*anacardium*

occidentale 1.). **Química Nova**, São Paulo, v.29, n.3, p.489-492, 2006.

VIEIRA, C. R. Dossiê Técnico- **Produção de fermentados a partir de frutas**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais CETEC, 2012.