

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE BEBIDA ALCOÓLICA
FERMENTADA A PARTIR DO ARAÇÁ-BOI (*Eugenia stipitata* Mc
Vaugh)**

ROBERTA CRIS DOCE DE MOURA

**MANAUS
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

ROBERTA CRIS DOCE DE MOURA

**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE BEBIDA ALCOÓLICA
FERMENTADA A PARTIR DO ARAÇÁ-BOI (*Eugenia stipitata* Mc
Vaugh)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos na área de concentração em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa Dra. Ila Maria de Aguiar Oliveira

**Manaus
2011**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M929d Moura, Roberta Cris Doce de
Desenvolvimento tecnológico de bebida alcoólica fermentada a partir do araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) / Roberta Cris Doce de Moura. 2011
54 f.: il.; 30 cm.

Orientadora: Ila Maria de Aguiar Oliveira
Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Fermentação alcoólica. 2. Análise de bebidas. 3. Compostos secundários. 4. Frutas da Amazônia. I. Oliveira, Ila Maria de Aguiar II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ROBERTA CRIS DOCE DE MOURA

**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE BEBIDA ALCOÓLICA
FERMENTADA A PARTIR DO ARAÇÁ-BOI (*Eugenia stipitata* Mc
Vaugh)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos na área de concentração em Ciência de Alimentos.

Apresentada em 26 de abril de 2011

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Ariane Mendonça Pacheco
Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª. Dra. Lidia Medina Araújo
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Jamal da Silva Chaar
Universidade Federal do Amazonas

*À Deus, à minha mãe e irmãs
e a todos da área de Tecnologia de Alimentos.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela presença constante em minha vida.

À minha amada mãe Madalena Doce, que com amor, dedicação, apoio e incentivo me acompanhou em todos os momentos da minha vida.

Ao meu amado pai Ruy Moura, que, mesmo lá de cima, esteve comigo em todos os momentos.

À minha irmã Renata, meu eterno agradecimento, pelo amor, incentivo, amizade e compreensão de sempre.

Ao meu amor Ângelo Rocha, pelo amor, companheirismo e paz que trouxe à minha vida.

Às minhas irmãs Shelzia e Monique, pelo amor, incentivo e confiança em mim.

Em especial, à minha tia Antônia Doce.

À minha amiga Lirna Salvioni, pela boa convivência, cumplicidade e confiança, nos momentos difíceis, sábados, domingos e feriados.

À professora Dr^a. Ila Maria, pelo apoio e orientação, em todos os momentos e pela confiança depositada em mim.

Aos professores e colegas do curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

À FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas), pela concessão da bolsa de estudos.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A região amazônica é mundialmente conhecida por possuir uma abundância natural de frutos com sabores distintos e exóticos, ricos em nutrientes e potencial econômico, dentre os quais se destaca o araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), um fruto suculento, com alta porcentagem de polpa, sabor e aroma agradável, coloração atrativa e características ideais para a industrialização de diversos produtos tais como: doces, geléias, frutos desidratados, sorvetes, refrescos, licores e iogurtes. A elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas de frutas é uma atividade importante e promissora devido à contribuição na redução das perdas pós-colheita de frutos perecíveis, agregando valor e aumentando a vida útil desses produtos. Teoricamente, qualquer fruto que contenha umidade, açúcar e nutriente em concentração ideal para as leveduras poderá ser utilizado como matéria-prima para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas, sendo esta definida como a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14% em volume, a 20°C, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura. A fermentação de suco de frutas produz álcool etílico como produto principal e outros compostos secundários que são o glicerol, ácidos orgânicos, alcoóis superiores, metanol, aldeídos e ésteres, responsáveis pelo aroma e sabor da bebida. O objetivo deste trabalho foi produzir e avaliar a bebida alcoólica fermentada de araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), tendo como agente desse processo fermentativo levedura seca comercial *Saccharomyces cerevisiae*, da marca Saf-instant. O mosto de araçá-boi foi analisado quanto à acidez titulável, pH e açúcares redutores totais, sendo então inoculado com 0,7 % de levedura. A fermentação foi conduzida por 11 dias a 24°C, sendo monitorados, diariamente, o teor de sólidos solúveis e a temperatura do mosto em fermentação. Ao final do processo, as bebidas foram submetidas a sucessivas trasfegas, filtrações, sendo posteriormente envasadas em garrafas de vidro e armazenadas sob refrigeração. Análises de acidez titulável, pH, dióxido de enxofre total, açúcares redutores residuais e teor alcoólico foram realizados na bebida alcoólica de araçá-boi. Foram detectados os seguintes compostos secundários: aldeídos, ésteres, alcoóis superiores e metanol. O teor alcoólico e a concentração de açúcares redutores residuais da bebida fermentada de araçá-boi foram, respectivamente, 12,76°GL e 20,8 g/L. A análise sensorial mostrou excelente aceitação por parte dos provadores, com valor médio de 88,5% para os parâmetros de aroma, sabor, cor e aspecto geral. Os resultados das análises físico-químicas demonstraram que esta bebida pode ser comparada a um vinho de mesa suave, segundo a legislação brasileira. A bebida alcoólica obtida apresentou aroma e sabor agradáveis, característico do araçá-boi, mostrando ser uma excelente aplicação tecnológica para este fruto.

Palavras-chave: fermentação alcoólica, análise de bebidas, compostos secundários, frutas da Amazônia.

ABSTRACT

The Amazon region is known for having a natural amount of fruits with exotic flavors, rich in nutrients and economic potential. Among these fruits, there is araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), a juicy fruit, with a high percentage of pulp, pleasant taste and aroma, attractive colors to process several products such as jams, jellies, dried fruit, ice cream, juice, yoghurt and liqueurs. It's too important produces fermented alcoholic beverages of fruits because this activity reduces post harvest losses of perishable fruit, increasing the useful life and adding value of these products. Theoretically, any fruit that contains moisture, sugar and nutrient in ideal concentration for yeast may be used to produce fermented alcoholic beverages, which is defined as a beverage with an alcohol content of 4 to 14% by volume, 20 ° C, obtained from the fermentation of healthy fresh and ripe fruit. The fermentation of fruit juice produces ethanol as the main product and other secondary compounds that are glycerol, organic acids, higher alcohols, methanol, aldehydes and esters, responsible for the aroma and flavor beverage. The objective of this experiment was to produce and evaluate the fermented alcoholic beverage made from the araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), and commercial dry yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), Saf-instant brand. The araçá-boi must was analyzed for acidity, pH and reducing sugars, and then inoculated with 0.7% yeast. The fermentation was conducted for 11 days at 24 ° C and monitored daily, with the soluble solids content and temperature of the fermenting must. At the end of the process, the beverages were subjected to successive transfers, filtration, and finally filled into glass bottles and stored under refrigeration. The araçá-boi alcoholic beverage was analyzed for titratable acidity, pH, total sulfur dioxide, residual sugars and alcohol content. It was detected secondary compounds: aldehydes, esters, higher alcohols and methanol. The alcohol and residual reducing sugar content of the fermented beverage were respectively 12.76 and 20.8 ° GL g / L. The beverage tasting showed excellent acceptance by judges, with an average of 88.5% for aroma, flavor, color and overall appearance. The results of physical-chemical analysis showed that this beverage can be compared to a smooth table wine, according to Brazilian legislation. The beverage presented a pleasant flavor and aroma, characteristic of araçá-boi, showing a technological application for this fruit.

Keywords: alcoholic fermentation; beverage analysis; secondary compounds, amazon fruits.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E GRÁFICOS

Figura 1	Fluxograma para obtenção de polpa congelada de araçá de acordo com Ferreira; Gentil (1999).....	16
Figura 2	Fluxograma de produção de bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.....	30
Gráfico 1	Variação do teor de açúcares presentes no mosto de araçá-boi, medidos em °Brix, em função do tempo de fermentação.....	35
Gráfico 2	Histogramas de frequência dos valores hedônicos atribuídos ao aroma, sabor, cor e aspecto geral da de bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.....	42
Gráfico 3	Porcentagem de aprovação, indiferença e rejeição dos atributos aroma, sabor, cor e aspecto geral da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química da polpa de araçá-boi.....	15
Tabela 2	Critérios de inclusão e exclusão para seleção de provadores.....	32
Tabela 3	Composição físico-química do mosto de araçá-boi.....	36
Tabela 4	Composição físico-química da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.....	38
Tabela 5	Valores médios das concentrações de aldeídos, ésteres, alcoóis superiores e metanol na bebida alcoólica fermentada de araçá-boi...	40
Tabela 6	Perfil dos provadores.....	40
Tabela 7	Frequência com que os provadores consomem bebida alcoólica.....	41
Tabela 8	Média e desvio padrão das notas dos provadores, para a amostra de bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.....	41

LISTA DE ABREVIATURA E SÍMBOLOS

%	Porcento
±	Mais ou menos
°C	Grau Celsius
pH	potencial Hidrogeniônico
CO₂	Gás carbônico
°Brix	Gramas por cento de sólidos totais
°GL	Grau Gay-Lussac
v/v	Volume por volume
p/v	Peso por volume
v/v	Volume por volume
RPM	Rotação por minuto
meq/L	Miliequivalente por litro
K₂S₂O₅	Metabissulfito de potássio
mg/L	Miligrama por litro
ART	Açúcares redutores totais
CLAE	Cromatografia líquida de alta eficiência
CG	Cromatografia gasosa
DIC	Detector de ionização de chama

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 Araçá-boi (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh)	13
2.2 Fermentação alcoólica	17
2.3 Leveduras	18
2.4 Bebidas fermentadas de frutas	20
2.5 Compostos secundários	25
3. OBJETIVOS	27
3.1 Geral	27
3.2 Específicos	27
4. METODOLOGIA	28
4.1 Levedura	28
4.2 Obtenção do mosto	28
4.3 Fermentação	29
4.4 Análises	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
5.1 Matéria-prima.....	34
5.2 Fermentação do mosto.....	34
5.3 Análises físico-químicas do mosto	36
5.4 Análises físico-químicas do mosto	36
5.5 Análises dos compostos secundários	38
5.4 Análise sensorial da bebida	40
6. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
APÊNDICES.....	51

1. INTRODUÇÃO

A região amazônica é mundialmente conhecida por possuir uma enorme variedade de frutos ricos em nutrientes e potencial econômico, dentre os quais destaca-se o araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), um fruto suculento, com alta porcentagem de polpa, sabor e aroma agradável, coloração atrativa e características ideais para a industrialização de diversos produtos tais como: doces, geléias, frutos desidratados, sorvetes, refrescos, licores e iogurtes (ANDRADE *et al.*, 1997; FERREIRA; GENTIL, 1999; ANDRADE *et al.*, 2002).

Teoricamente, qualquer fruto que contenha açúcar ou outro carboidrato constitui-se em matéria-prima para a produção de bebida alcoólica fermentada (OLIVEIRA, 2006a). A fermentação alcoólica é um processo anaeróbio, onde ocorre a transformação química do açúcar em etanol e gás carbônico, no interior da levedura. O processo envolve 12 reações em seqüência ordenada, cada qual catalisada por uma enzima específica (LIMA *et al.*, 2001). A fermentação alcoólica de suco de frutas produz álcool etílico como produto principal e outros componentes secundários, como aldeídos, metanol, álcoois superiores, ácidos e ésteres que são responsáveis pelo sabor da bebida alcoólica fermentada (DATO *et al.*, 2005).

A importância da elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas a partir do araçá-boi está no fato de ser um fruto que apresenta alta acidez e sabor azedo, o que o torna incomum para o consumo *in natura*, sendo praticamente ignorado pela população local, o que gera desperdícios. Uma das alternativas para a diminuição das perdas desse fruto é a elaboração

de bebidas alcoólicas fermentadas que segundo Muniz *et al.* (2002), proporciona maior período de vida útil e elevado valor agregado.

O objetivo deste trabalho foi conhecer o potencial de aplicação biotecnológica do araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) na produção de bebida alcoólica fermentada, analisar sensorialmente a bebida por um painel de degustadores não treinados e realizar as análises físico-químicas e determinação dos compostos secundários presentes na bebida.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh)

O araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) é um fruto redondo com casca amarela, que pode atingir até 12 cm de diâmetro. A parte comestível, uma polpa de cor creme, tem um sabor ácido. Esse fruto tem um potencial econômico porque a árvore cresce facilmente e logo produz. Os frutos de araçá-boi são, em geral, ácidos e muito apreciados, têm alta porcentagem de polpa, sabor e aroma atrativos e são adequados para a fabricação de sucos sorvetes e doces (AGUIAR, 1983; ANDRADE *et al.*, 2002).

Com os nomes vulgares de goiaba brasileira, arazá e guayaba-brasileira, o araçá-boi, pertencente à família Myrtaceae, é originário da Amazônia, embora seja ainda pouco conhecido pela população da Amazônia Brasileira. O fruto é verde quando está novo e amarelo quando amadurece, com exocarpo liso e aveludado, pesa em média 200g, podendo chegar até 750g. Na culinária é usado na confecção de doces, cremes, sorvetes e bebidas (CÁUPER, 2006; FALCÃO *et al.*, 1988).

Segundo Hernández *et al.* (2007), o fruto maduro de araçá é uma baga carnosa, com epicarpo amarelo e sabor atraente. Produz frutos durante todo o ano, fornecendo de 2 a 4 safras por ano, devido o curto período entre a frutificação e a colheita. Os frutos da família Myrtaceae apresentam grande variabilidade em seus padrões respiratórios, sendo o araçá um fruto climatérico.

A polpa de araçá-boi correspondente a 82% da massa do fruto, tem uma coloração creme, apresenta algumas fibras finas e possui sabor ácido, com pH igual a 2,5. O centro da

polpa contém de seis a 15 sementes por fruto. Um estudo específico de suas vitaminas foi realizado e indicou a presença de pró-vitamina A e uma boa concentração de vitamina C, equivalente a 39,5% (Rogez *et al.*, 2004).

De acordo com Ferreira; Gentil (1999), o comércio de frutos de araçá se apresenta basicamente nos maiores centros urbanos da Amazônia Ocidental. Nesses centros, o principal produto comercializado, em pequena escala, é a polpa congelada para preparar refrescos. Em segundo lugar, está o comércio do próprio fruto *in natura* que oferece muitos riscos de perda para os agricultores, comerciantes e consumidores, devido à fragilidade e perecibilidade dos frutos, que amolecem e deterioram com muita facilidade e rapidez.

Falcão *et al.* (2000), no estudo da fenologia e produtividade do araçá-boi, concluíram que este fruto floresce e frutifica numerosas vezes ao longo do ano com vários picos de diferentes intensidades.

De acordo com estudos realizados por Ferreira (1992), os pesos dos frutos de araçá-boi apresentaram uma grande variabilidade, sendo o peso da polpa representado por 63% do peso do fruto. Com exceção das sementes, todo o fruto pode ser aproveitado, o que resulta em um bom rendimento.

Andrade *et al.* (1997) através de análises da composição da polpa, determinaram que o araçá-boi é um fruto suculento, com baixo conteúdo de matéria seca, baixo pH e acidez elevada. A relação Brix/acidez indica o baixo grau de doçura do fruto, o que limita o seu consumo na forma *in natura*. Essas características são desejáveis para a adequação e formulação de produtos a partir deste fruto.

Os frutos de araçá-boi têm rendimento em polpa de 85,10 %, além de apresentarem elevada suculência (93,69 % de umidade), o que constitui um potencial para o

desenvolvimento de tecnologias para a elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas (FIEAM/DAMPI, 1996).

Estudos realizados por Ferreira; Gentil (1999) mostraram que os dados sobre o rendimento em polpa de araçá são um tanto controversos, com valores entre 49 e 86%, o que poderia ser resultado da falta de uniformidade durante a colheita e da mistura de frutos em diferentes estágios de maturação.

A composição química do fruto pode variar de acordo com a origem, tamanho, estágio de maturação e período de colheita. A tabela abaixo mostra a composição química da polpa de araçá-boi em três estudos diferentes.

Componentes	Aguiar (1996)	Andrade <i>et al.</i> (1997)	Rogez <i>et al.</i> (2004)
Umidade (g)	90	91,48	-
Matéria seca (%)	-	8,52	4
pH	-	2,66	2,6
Proteína (%)	0,60	-	11,9*
Cinza (%)	0,30	-	4*
Carboidrato (%)	8,9	2,96	49,2*
Lipídio (%)	0,2	-	-
Acidez (g)		2,73	-
Sólidos solúveis (°Brix)	-	5,99	-
Compostos fenólicos (mg)	-	130,21	-

Tabela 1 – Composição química da polpa de araçá-boi.

(-) Não determinado

(*) % de matéria seca

Na pesquisa de Franco; Shibamoto (2000) o araçá-boi foi caracterizado por uma composição complexa de sesquiterpenos. Sendo o germacreno D o maior componente deste fruto (38%).

Considerando que o fruto de araçá é bastante delicado e que deteriora com muita facilidade, é necessário que a obtenção da polpa se realize logo após a colheita. O fluxograma abaixo apresenta as etapas de obtenção de polpa congelada de araçá



Figura 1 – Fluxograma para obtenção de polpa congelada de araçá de acordo com Ferreira; Gentil (1999).

Os estudos realizados por Rogez *et al.* (2004) evidenciam que as polpas de bacuri, cupuaçu e araçá-boi caracterizam-se por possuir um bom conteúdo de sólidos solúveis e um típico sabor tropical, qualidades que permitem a sua utilização na forma de geléia, suco e iogurte. A produção e consumo destes produtos deve ser estimulada para suprir as necessidades nutricionais da população amazônica e para aumentar a renda da mesma.

2.2 Fermentação alcoólica

A fermentação é um processo comum a todos os substratos açucarados, cujo princípio é a transformação dos açúcares em etanol e dióxido de carbono. As variações entre os processos de fermentação são apenas em detalhes (LIMA *et al.*, 2001).

No processo de fermentação alcoólica de açúcares, os principais produtos: álcool etílico e gás carbônico são produzidos em proporções equimolares, em um processo anaeróbio através de doze etapas intermediárias. Além do etanol e gás carbônico, produtos secundários da fermentação alcoólica são formados como acetaldeído, glicerol e ácido cítrico. A fermentação alcoólica se processa no citoplasma celular (HASHIZUME, 2001; LIMA *et al.*, 2001).

No processo de fermentação pode-se distinguir três fases: uma preliminar que é de adaptação da cultura ao meio, outra tumultuosa e a fase complementar que é o fim da fermentação (CORAZZA *et al.*, 2001).

O etanol representa o produto principal da fermentação alcoólica e pode alcançar concentrações extracelulares de até 12 a 14% de volume em fermentação normal (OLIVEIRA, 2006b). Qualquer produto que contenha açúcar ou outro carboidrato constitui-se em matéria-prima para a obtenção de etanol (LIMA *et al.*, 2001).

Durante a fermentação alcoólica são formados mais de uma centena de ácidos orgânicos, sendo que sua origem depende principalmente de três vias do metabolismo da levedura. Um determinado número de compostos como acetato, succinato, α -cetoglutarato, malato e citrato derivam diretamente do piruvato pelo funcionamento limitado do ciclo dos ácidos tricarboxílicos, sendo que estes ácidos orgânicos têm um efeito direto sobre as

características organolépticas do produto acabado e intervêm no valor do pH da bebida fermentada. Outros ácidos orgânicos (ácidos isovalérico e isobutírico) derivam das vias de síntese dos aminoácidos e dos álcoois superiores (OLIVEIRA, 2006b).

Segundo Guerra; Barnabé (2005) os principais fatores que afetam a fermentação alcoólica são os açúcares, álcool, compostos nitrogenados, oxigênio, dióxido de carbono e temperatura. A temperatura de fermentação é extremamente importante, pois a baixa temperatura permite obter alto rendimento em álcool, não só pela fermentação completa, mas também por minimizar a perda por evaporação (ARRUDA *et al.*, 2003).

2.3 Leveduras

Qualquer mosto de frutas, soluções ricas em nutrientes, quando em repouso e expostas livremente, imediatamente acusam a existência de uma microbiota que neles se desenvolvem, se multiplicam e fermentam. Essa microbiota é constituída de leveduras chamadas “selvagens”, ou seja, são os fermentos naturais desses mostos. Contudo, para uma melhor exploração do mosto para elaboração de vinhos, o emprego de fermentos selecionados se constitui em uma prática mais racional (MORETTO *et al.*, 1988). Segundo Guerra; Barnabé (2005), na enologia moderna, não se concebe a elaboração de vinho sem o uso de leveduras selecionadas, existindo vários preparados comerciais, compostos por leveduras secas ativas.

Hashizume (2001) relata que a comercialização de levedura selecionada seca e ativa, para fins enológicos, iniciou-se por volta de 1980, sendo que sua adoção e difusão devem-se ao fato de ser prático, seguro e cômodo. O autor acrescenta que a dose recomendada varia de 10 a 20 g por hL de mosto, dependendo da cepa de levedura e do tipo

de vinho a produzir. A maioria das cepas comercializadas é das espécies *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces bayanus*.

O emprego de linhagens de leveduras específicas é fator importante na produção industrial de bebidas alcoólicas fermentadas, pois são responsáveis pela transformação do açúcar do mosto em álcool e agregam atributos sensoriais fundamentais como aroma e sabor (CASIMIRO *et al.*, 2000).

As leveduras das bebidas alcoólicas fermentadas produzem, como resultado do seu metabolismo, uma ampla variedade de compostos ao lado do etanol. Os principais fatores que afetam estes compostos são a espécie da levedura, o tipo de mosto e as condições de fermentação (MAURICIO *et al.*, 1997).

O açúcar que se encontra no mosto é usado pela levedura para produzir etanol, gás carbônico, glicerol, álcoois superiores, éteres, aldeídos, ácido acético e demais produtos (BRAGA, 2006).

A fermentação alcoólica se desenvolve em condições de anaerobiose parcial, sendo que o metabolismo da *Saccharomyces cerevisiae* em tais condições é estritamente fermentativo (OLIVEIRA, 2006b).

A *Saccharomyces cerevisiae* é a principal levedura utilizada na produção de bebidas alcoólicas, devido a sua alta capacidade de fermentação. Na fermentação espontânea, outras espécies de leveduras podem afetar o processo de fermentação e as características da bebida, mas esses efeitos são variáveis e difíceis de prever. Nos últimos trinta anos a indústria de bebidas tendeu a afastar-se das fermentações espontâneas em direção as fermentações controladas iniciadas por linhagens selecionadas que são mais confiáveis. Na França, por exemplo, 70 a 80 % das fermentações são realizadas com inóculos. Mais de 200

cepas diferentes de *S. cerevisiae* estão atualmente disponíveis comercialmente, com propriedades de fermentação extremamente diversificadas (SABLAYROLLES, 2009).

A temperatura ótima para a fermentação para a maioria das leveduras para vinho é de 25°C a 30°C, embora existam leveduras que atuam a baixa temperatura, ao redor de 10°C. Porém, cada grau de álcool formado eleva em cerca de 1,5 grau Celsius a temperatura do mosto e a temperaturas muito altas (acima de 40°C) a levedura paralisa sua atividade. Recomenda-se manter a temperatura a mais baixa possível sem, no entanto, prejudicar a atividade das leveduras (ARRUDA *et al.*, 2003).

2.4 Bebidas fermentadas de frutas

A denominação vinho é privativa do produto obtido a partir da uva, quaisquer que sejam as espécies e cultivares, sendo vedada sua utilização para produtos obtidos de quaisquer outras matérias-primas (BRASIL, 1988).

Os vinhos obtidos de outras frutas devem ser denominados fermentados, seguidos pelo nome da fruta utilizada: fermentado de laranja, de jabuticaba, etc. (GUERRA; BARNABÉ, 2005).

De acordo com o Decreto de nº 2.314, de 4 de setembro de 1997, as bebidas alcoólicas fermentadas são cerveja, fermentado de fruta, sidra, hidromel e fermentado de cana. Sendo o fermentado de fruta definido com a 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 (BRASIL, 1997).

O fermentado de fruta pode ser adicionado de açúcares, água e outras substâncias previstas em ato administrativo complementar, para cada tipo de fruta. Quando adicionado de dióxido de carbono, o fermentado de fruta será denominado fermentado de fruta gaseificado (BRASIL, 1997).

Segundo Muniz *et al.* (2002), as bebidas fermentadas são uma alternativa no desenvolvimento de tecnologias para a obtenção de produtos a partir de frutos, aumentando o período de vida útil e valor agregado.

De acordo com o Decreto nº 3.510 de 16 de junho de 2000, as bebidas fermentadas de frutas poderão ser classificadas, quanto a sua graduação alcoólica em não alcoólica e alcoólica, sendo:

I - Bebida não alcoólica é a bebida com graduação alcoólica até meio por cento em volume, a vinte graus Celsius.

II - Bebida alcoólica é a bebida com graduação alcoólica acima de meio e até cinqüenta e quatro por cento em volume, a vinte graus Celsius.

III - A graduação alcoólica de uma bebida será expressa em porcentagem de volume de álcool etílico, à temperatura de vinte graus Celsius.

Os açúcares constituem-se em um dos mais importantes componentes a serem caracterizados na elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas, pois a fermentação alcoólica consiste na sua conversão em álcool e CO₂. Quanto maior a concentração de açúcares mais interessante será em termos de fermentação, em função da menor necessidade de correção através da adição de açúcar. É necessário ainda, avaliar a

capacidade e eficiência da levedura em metabolizar os açúcares presentes nos frutos (OLIVEIRA, 2006a).

O grau Brix indica o teor aproximado de açúcar no mosto. Assim, um mosto com 10° Brix contém, aproximadamente, 10% de açúcar. Considera-se que 2 graus Brix produz, aproximadamente, 1 °GL após a fermentação (CORAZZA *et al.*, 2001).

A fermentação alcoólica de suco de frutas produz álcool etílico como produto principal e muitos outros componentes secundários, como aldeídos, metanol, álcoois superiores, ácidos e ésteres. A natureza e qualidade destes componentes dependem da matéria-prima, fermentação, destilação e envelhecimento (DATO *et al.*, 2005).

Muitas pesquisas mostram a conveniência de diversos frutos para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas, como a laranja (CORAZZA *et al.*, 2001), pupunha (ANDRADE *et al.*, 2003), acerola (EVANGELISTA *et al.*, 2005), banana (ARRUDA *et al.*, 2003), cajá (DIAS *et al.*, 2003), camu-camu (MAEDA; ANDRADE, 2003), figo-da-índia (LOPES; SILVA, 2006), cupuaçu e graviola (OLIVEIRA, 2006a), abacaxi (ARAÚJO *et al.*, 2009), caju (MOHANTY *et al.*, 2006), ata, ciriguela e mangaba (MUNIZ *et al.*, 2002), jabuticaba (CHIARELLI *et al.*, 2005), manga (REDDY; REDDY, 2005), cacau (DIAS *et al.*, 2007), jamun (CHOWDHURY; RAY, 2007), gabioba (DUARTE *et al.*, 2009) e lichia (ALVES *et al.*, 2009).

A concentração de açúcares totais encontrada em frutas é bastante variada, de modo geral o teor de açúcares está relacionado ao cultivar avaliado e ao estágio de maturação do mesmo (DIAS *et al.*, 2003).

A maioria das frutas utilizadas para processamento de bebidas alcoólicas apresenta baixo teor de açúcar e elevada acidez no pico da maturidade, portanto devem ser corrigidas com açúcar e/ou água para se obter um produto com teor alcoólico desejável (ARRUDA *et*

al., 2003). Na elaboração de bebida alcoólica fermentada de cajá, Dias *et al.* (2003) realizaram uma chaptalização do mosto para obter uma bebida cujo teor alcoólico estivesse entre 10% e 13% (v/v). O grau Brix final no mosto de cajá foi de 24. Foi realizado tratamento enzimático do mosto para clarificar a bebida. As análises químicas na bebida para detecção de álcool etílico, álcool metílico, acidez total, acidez volátil, açúcares totais, entre outros, mostraram resultados próximos àqueles estabelecidos para vinhos de mesa do tipo seco.

Na produção de fermentado de abacaxi das cultivares Pérola e Smooth, realizada por Araújo *et al.* (2009), a composição química da bebida mostrou-se semelhante à de vinhos de uvas quanto ao pH, acidez e etanol, entre outros. A aceitabilidade das cultivares mostrou-se boa.

De acordo com Evangelista *et al.* (2005), os fermentados obtidos a partir da acerola apresentaram todas as características físico-químicas dentro das normas brasileiras. Com cor, aroma e sabor característicos dos frutos, e graduação alcoólica média de 11 °GL. Os fermentados produzidos com alto °Brix e pouca massa de polpa foram os melhores.

Em um estudo com bebida alcoólica de pupunha, os açúcares redutores residuais e a graduação alcoólica de 95,2 g/L da bebida assemelharam-se às características de vinho seco de mesa. A bebida fermentada de pupunha apresentou sabor e aroma agradáveis, além de bom nível de aceitabilidade (ANDRADE *et al.*, 2003).

Lopes; Silva (2006) estudaram a elaboração de fermentados a partir do figo-da-índia, que apresentaram teores de etanol, médios, de 10 por cento em volume de etanol, a 20°C. O percentual de conversão chega ao máximo de 95% para menores concentrações de °Brix e para concentração de levedura fixada de 15 g/L.

Maeda; Andrade (2003), a partir do camu-camu, produziram o fermentado com teor alcoólico de 11 °GL na bebida final, através da correção do mosto com adição de açúcar. O alto rendimento em bebida atingiu valores de 85 a 90 % em relação ao volume de mosto, ou seja, a partir de 1 kg de fruto, obteve-se cerca de 8,5 litros de bebida alcoólica. Com relação às concentrações de compostos fenólicos, os valores obtidos nas bebidas estão de acordo com os reportados para vinhos tintos.

O vinho de laranja, elaborado por Corazza *et al.* (2001), apresentou excelente sabor e qualidade sensorial, comparável com o vinho de uvas. A partir do suco de laranja com 9,5 °Brix foi realizada a correção com açúcar elevando a concentração para 26,5 °Brix, obtendo um vinho de laranja com grau alcoólico de 10,6 °GL.

A bebida alcoólica fermentada de banana apresentou rendimento de 85,10% em relação ao mosto. O rendimento final do fermentado de banana em relação à matéria-prima inicial foi de 51,51% e em relação à matéria-prima descascada foi de 80,12%. O teor alcoólico dos fermentados de banana obtidos variou de 8,9 a 9,1% v/v. O rendimento da fermentação em álcool foi de 45%, considerando todo o teor de sólidos solúveis como sendo de açúcares. O mosto de banana apresentou um teor de sólidos solúveis de 24,2 °Brix. Foi feita a correção do teor de sólidos solúveis (°Brix) usando água potável para valores de 16°Brix, com finalidade de se obter uma bebida com teor alcoólico de aproximadamente 10% v/v (ARRUDA *et al.*, 2003).

Frutos de cupuaçu e graviola foram utilizados por Oliveira (2006a) na elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas, que se mostraram com sabor e aroma agradáveis característicos dos frutos. Além de apresentarem altos rendimentos de etanol por extrato consumido e eficiência de fermentação.

2.5 Compostos secundários

Na fermentação alcoólica são produzidos etanol, gás carbônico e uma ampla variedade de compostos secundários. Estes produtos são liberados durante a fermentação e contribuem para o sabor da bebida, de maneira que a qualidade da bebida depende do tipo de compostos presentes e suas concentrações. Estes compostos são álcoois superiores, cetonas, aldeídos, ácidos graxos, acetatos e ésteres (MAURICIO *et al.*, 1997).

O perfil aromático das bebidas tem importância na contribuição da qualidade final do produto, isso se deve ao efeito da combinação de vários compostos voláteis, principalmente álcoois, aldeídos, ésteres, ácidos, monoterpenos e outros componentes menores já presentes nas frutas ou que são formados durante a fermentação e processo de maturação. Todos esses compostos são responsáveis pelo chamado *bouquet* (VERZERA *et al.*, 2008).

O aroma é um componente muito importante na qualidade organoléptica do vinho. O conteúdo aromático total do vinho é de 0,8 a 1,2 g/L. Muitos desses compostos são produzidos durante a fermentação e são especialmente importantes no aroma dos vinhos jovens. Ácido acético, acetaldeído, acetato etílico, propanol, isobutanol e metilbutanol constituem mais que a metade desses compostos voláteis, a outra metade está distribuída entre 600 a 800 compostos voláteis em menor quantidade (acetal, ácidos orgânicos, álcoois, compostos fenólicos e heterocíclicos, ésteres, lactonas, terpenos e compostos contendo enxofre) (MATEOS *et al.*, 2006).

Azevêdo *et al.* (2007) relataram que os compostos carbonílicos, aldeídos e cetonas, podem afetar as características sensoriais das bebidas, quando presentes em altas concentrações, podendo ser um indicador de deterioração.

Os alcoóis superiores são os componentes mais importantes presentes nas bebidas alcoólicas (WARD, 1991). De um modo geral, os álcoois superiores, como propanol, metil propanol e butanol, apresentam aromas grosseiros, embora, na maioria das vezes, não são perceptíveis nos vinhos. O acetato de etila, em concentrações elevadas, proporciona gosto acético, prejudicial à qualidade dos vinhos. A determinação do teor de metanol está relacionada com a toxicidade que este composto apresenta (RIZZON, 1987).

De acordo com Azevedo *et al.* (2007), o acetaldeído é o principal aldeído presente no vinho, do ponto de vista quantitativo. Altas concentrações desse composto resultam em um aroma herbáceo indesejável ao vinho.

Um bom balanço entre os compostos voláteis é essencial para produzir uma bebida alcoólica de alta qualidade (DATO *et al.*, 2005).

No estudo dos compostos voláteis dos frutos de umbu-cajá, camu-camu, cupuaçu e araçá-boi, Franco; Shibamoto (2000) utilizaram a cromatografia gasosa e espectrometria de massa (CG-SM). O araçá-boi foi caracterizado por uma composição complexa de sesquiterpenos, sendo o germacredo D o maior componente deste fruto (38%).

Verzera *et al.* (2008), utilizaram a microextração em fase sólida (HS-SPME) com cromatógrafo à gás acoplado a um espectrômetro de massas (CG-SM) para analisar os componentes voláteis em amostras de vinho branco italiano. O método identificou 56 compostos voláteis, entre ésteres, álcoois, ácidos graxos e terpenos.

Penteado (2006), indicou a utilização da técnica de *headspace* associada a microextração em fase sólida (HS-SPME) para análise de compostos voláteis em bebida alcoólica destilada. Para a separação é indicado o cromatógrafo a gás com coluna capilar de polietilenoglicol com o detector de espectrometria de massas (CG-SM) no modo scan e ionização de chama.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Produzir bebida alcoólica fermentada a partir do araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh).

3.2 Específicos

3.2.1 Produzir bebida alcoólica fermentada de araçá-boi utilizando levedura seca comercial da marca Saf-instant (*Saccharomyces cerevisiae*) como agente do processo fermentativo;

3.2.2 Avaliar a aceitabilidade da bebida produzida por meio de um painel de provadores não treinados;

3.2.3 Determinar as propriedades químicas, físico-químicas e os compostos secundários presentes na bebida elaborada.

4. METODOLOGIA

4.1 Levedura

Como agente do processo fermentativo, para a produção de bebida alcoólica fermentada de araçá-boi, foi utilizada levedura seca comercial da marca Saf-instant (*Saccharomyces cerevisiae*), em uma proporção de 7g/L.

4.2 Obtenção do mosto

A polpa de araçá-boi utilizada foi disponibilizada pela empresa Cupuama Cupuaçu do Amazonas, Indústria, Comércio e Exportação Ltda., localizada em Careiro, Amazonas, a 102 Km de Manaus. A polpa de araçá-boi descongelada, foi centrifugada a 5 °C, a 3.500 rpm por 23 minutos em centrífuga *Sigma 2K15 Laborzentrifugem*. Ao final da centrifugação, obteve-se um mosto mais límpido, sem sólidos em suspensão e menos viscoso, sendo descartado o sedimento formado. Esse mosto (sobrenadante da centrifugação) foi utilizado para elaboração das bebidas e o sedimento da centrifugação foi armazenado sob congelamento.

Para o controle microbiológico adicionou-se ao mosto centrifugado 100 ppm de metabissulfito de potássio ($K_2S_2O_5$), e deixou-se em repouso por um período de 3 horas a 25°C, para inibir o crescimento de bactérias, promover ação antioxidante e ação conservante. Segundo Salton *et al.*, (2000), o dióxido de enxofre (SO_2) é um aditivo universalmente utilizado no setor alimentar com finalidade de evitar o processo oxidativo e

o desenvolvimento bacteriano. Seu limite de eficiência contra bactérias depende das quantidades usadas, principalmente em vinhos tinto, pois leveduras e bactérias não têm a mesma sensibilidade e variam entre cepas diferentes, dentro do mesmo gênero e espécie. O uso do SO₂ na vinificação envolve aspectos higiênicos, tecnológicos e sensoriais dos vinhos

Fez-se uma chaptalização no mosto através da adição de sacarose comercial até a concentração de 28°Brix, medido em refratômetro portátil.

4.3 Fermentação

O processo fermentativo foi conduzido em garrafas de 2 litros, por um período de 11 dias. A temperatura de fermentação variou de 22 a 24°C.

No final da fermentação, as bebidas receberam a primeira trasfega, transferindo-as para garrafas de vidro com capacidade média de 750 mL e 900 mL. Após a trasfega, a fim de interromper a fermentação, as bebidas foram submetidas a um banho de gelo, permanecendo por 15 minutos. Posteriormente as bebidas foram armazenadas em refrigeração a 2°C.

Trasfegas sucessivas foram realizadas, a cada dois dias, até o desaparecimento dos sólidos depositados no fundo da garrafa. Após cada trasfega a bebida era novamente mantida sob a temperatura de 2°C.

Ao concluir as trasfegas, efetuou-se a filtração em algodão a cada 4 dias, posteriormente procedeu-se a filtração em papel de filtro de poro largo utilizando-se bomba à vácuo.

Todos os materiais usados nas etapas de trasfega e na filtração foram deixados em solução ácida de metabissulfito de potássio por no mínimo 24 horas, para eliminação de qualquer contaminante.

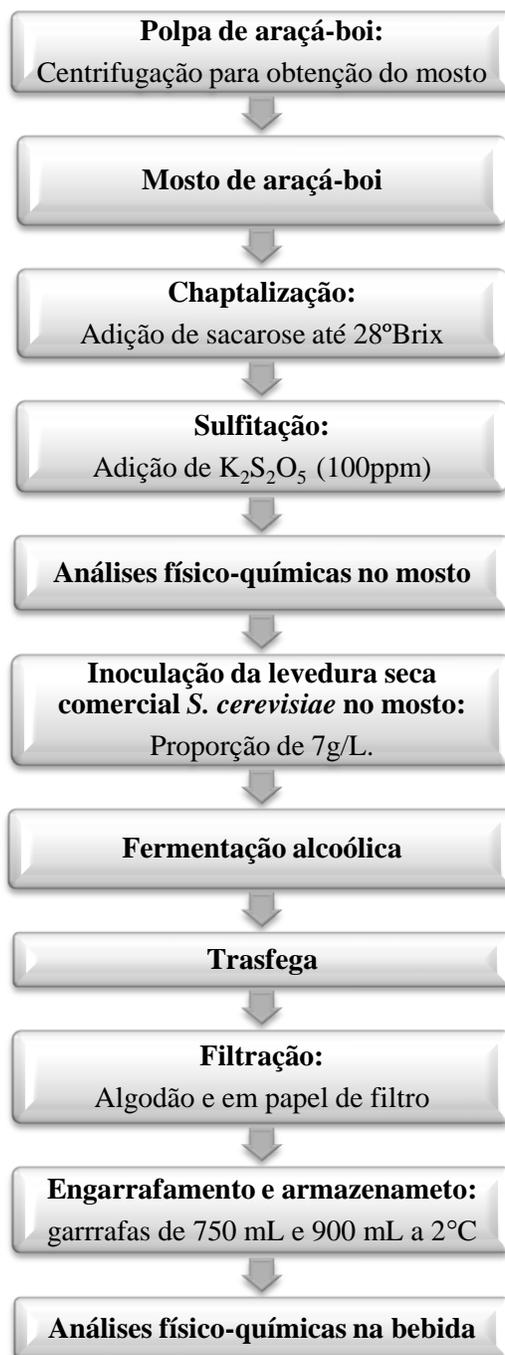


Figura 2 – Fluxograma de elaboração da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.

4.4 Análises

4.4.1 Análises microbiológicas

A polpa e o mosto (sobrenadante da centrifugação) foram analisadas para Coliformes a 45°C e *Salmonella* sp., pelos métodos descritos por Silva (2007), de acordo com a Resolução – RDC n°. 12, de 2 de janeiro de 2001, estabelecida para polpas de frutas concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas (BRASIL, 2001).

4.4.2 Análises físico-químicas no mosto

Acidez total no mosto foi avaliada de acordo com Brasil (2005a); açúcares totais pelo método de Somogyi & Nelson, conforme Amorim (1996) e UFPR (2001); pH foi determinado em potenciômetro digital, conforme metodologia de BRASIL (2005b); sólidos solúveis totais que foram medidos em refratômetro portátil.

4.4.3 Análises físico-químicas na bebida

Acidez total e volátil e enxofre total foram analisados de acordo com Brasil (2005a); açúcares redutores determinado pelo método de Somogyi & Nelson, segundo Amorim (1996) e UFPR (2001); pH foi determinado em potenciômetro digital, conforme metodologia de BRASIL (2005b); sólidos solúveis totais foram medidos em refratômetro portátil; o teor de etanol foi determinado com a destilação prévia de 50 mL da amostra no

microdestilador de álcool modelo – TE012 da Tecnal. Com o destilado obtido, foi realizada a leitura do grau alcoólico em densímetro de Anton-Paar DMA – 4500.

4.4.4 Análises dos compostos secundários da bebida

As determinações de aldeídos totais, ésteres totais, alcoóis superiores totais e metanol foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa nº 24, de 08 de setembro de 2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2005).

4.4.5 Análise sensorial da bebida alcoólica fermentada

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da UFAM.

Para a execução da análise sensorial, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Amazonas (Apêndice A).

A bebida foi avaliada por um painel composto por 50 provadores, homens e mulheres de 19-58 anos, funcionários, docentes e estudantes da Faculdade de Ciências Farmacêuticas – UFAM. Os provadores foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, segundo Teixeira (1987) e Alves (2009), descritos abaixo.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Ambos os sexos;	Diabéticos;
Apreciadores de bebida alcoólica;	Grávidas;
Faixa etária entre 19 a 59 anos.	Fumantes;
	Pessoas resfriadas.

Tabela 2 - Critérios de inclusão e exclusão para seleção de provadores.

A amostra de bebida, refrigerada a 2°C, foi apresentada ao provador em taças transparentes descartáveis, com capacidade de 50 mL, com cerca de 15 mL da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi, acompanhadas de água para limpar o paladar antes de iniciar a degustação. Foram avaliados os atributos sensoriais: sabor, aroma, cor e aspecto geral usando uma escala hedônica de 5 pontos de acordo com MINIM (2006).

Foram entregues aos provadores duas cópias do Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (Apêndice C), com informações básicas sobre a pesquisa, sendo uma cópia para o provador e a outra para a equipe do projeto; e uma ficha de avaliação sensorial (Apêndice B), em que a aceitação do provador pelo produto foi expressa numa escala previamente estabelecida que varia gradativamente, com base nos atributos gosta e desgosta.

Para a análise dos dados foi utilizada a análise estatística descritiva através da média, percentual e frequência dos valores.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Matéria-prima

Foram realizadas análises microbiológicas na polpa de araçá-boi e no sobrenadante recuperado da centrifugação (mosto) não sendo observado crescimento de coliformes a 45°C/g e de *Salmonella* sp/25g, indicando que a polpa de araçá-boi utilizada para elaboração da bebida alcoólica estava de acordo com os padrões exigidos pela Resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001, que aprova regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para polpas de frutas concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas.

5.2 Fermentação do mosto

O mosto de araçá-boi foi submetido a chaptalização até alcançar o valor de 28°Brix, sendo o fim da fermentação determinado pela estabilização do teor de sólidos solúveis em 4°Brix.

O gráfico 1 apresenta a variação dos valores de sólidos solúveis (°Brix) do mosto de araçá-boi chaptalizado em função do tempo de fermentação, conduzido pela levedura seca comercial da marca Saf-instant (*Saccharomyces cerevisiae*). Ao final da fermentação, a concentração de sólidos solúveis permaneceu em 4°Brix. Observou-se um maior decréscimo do Brix entre 48 e 96 horas de fermentação. Na pesquisa realizada por Muniz *et al.* (2002), na bebida fermentada de ata, também foi observado um grande decréscimo no

teor de sólidos solúveis totais nos cinco primeiros dias. Esse decréscimo do teor de açúcares indica que todo o processo fermentativo foi bem conduzido.

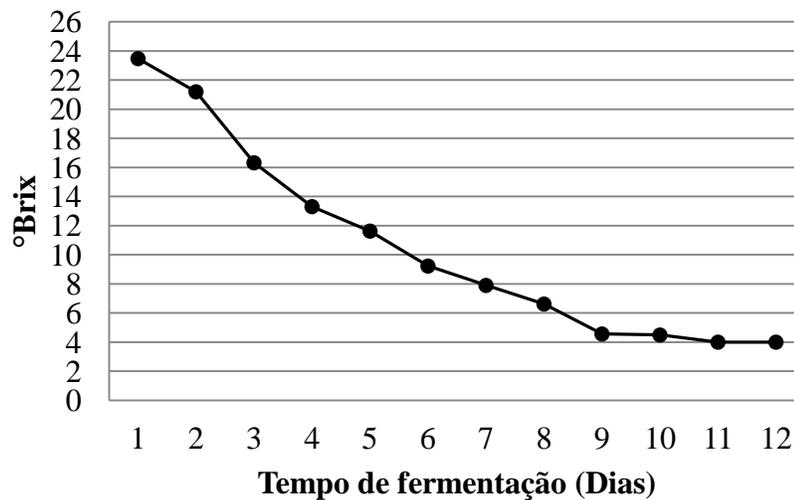


Gráfico 1 –. Variação do teor de açúcares presentes no mosto de araçá-boi, medidos em °Brix, em função do tempo de fermentação.

A levedura seca comercial *Saccharomyces cerevisiae*, da marca Saf-instant, na concentração de 0,7%, foi inoculada ao mosto de araçá-boi e a duração do processo fermentativo foi de 12 dias. Andrade *et al.* (2003), em seus estudos com bebida alcoólica de pupunha, também utilizou levedura comercial *S. cerevisiae* (seca ativa) na concentração de 1%, sendo o processo fermentativo conduzido por 7 dias.

A eficiência fermentativa foi de 90,95%. Os cálculos foram efetuados de acordo com Alves (2009) e estão apresentados no Apêndice D.

5.3 Análises físico-químicas do mosto

As médias dos resultados em triplicata das análises físico-químicas do mosto de araçá-boi estão apresentadas na Tabela 3. Verifica-se que o pH do mosto aumentou de 2,72 para 3,20 na bebida fermentada de araçá-boi. Chiarelli *et al.*, (2005), constatou, também, um aumento no pH do mosto de jabuticaba de 3,22 para 3,42 na bebida alcoólica fermentada dessa fruta.

Observou-se, ainda, uma diminuição na acidez total da bebida fermentada de araçá-boi em relação ao mosto.

A Tabela 4 mostra a concentração de sólidos solúveis do mosto após correção com sacarose comercial. Esse valor do Brix geralmente é superior ao teor açúcares redutores totais, pois o mosto não é constituído apenas de açúcares. Para estimar o teor alcoólico da bebida fermentada, deve-se considerar, somente, a concentração de açúcares, desprezando-se o valor do °Brix (Duarte *et al.*, 2009).

	Mosto
Acidez total (meq/L)	264,26 ± 2,79
pH	2,72 ± 0,006
Açúcares redutores (g/L)	237,72 ± 3,33
Sólidos solúveis (°Brix)	27,6 ± 0,2

Tabela 3 - Composição físico-química do mosto de araçá-boi.

5.4 Análises físico-químicas da bebida

As médias dos resultados em triplicata das análises físico-químicas da bebida estão na Tabela 4.

O teor médio de 20,8 g/L de açúcares residuais demonstra que a bebida pode ser caracterizada como um vinho suave, pois de acordo com Brasil (1988b), o vinho suave deverá apresentar concentração de açúcar residuais superior a 20,1 g/L.

O índice de acidez total de 191,10 meq/L, apresentado na Tabela 4, foi acima do limite estabelecido pela legislação que é de 130 meq/L (BRASIL, 2008). Já o valor de 4,19 meq/L para a acidez volátil não ultrapassou o teor máximo 20 meq/L. A acidez do vinho é devido ao teor de ácidos orgânicos, que são provenientes tanto do mosto quanto da fermentação (GUERRA; BARNABÉ, 2005; ARAÚJO *et al.*, 2009).

A concentração de ácido acético nos vinhos e fermentados de frutas representa de 60 a 95% da acidez total, sendo o principal ácido orgânico excretado no meio em fermentação, expresso como acidez volátil (TORRES-NETO *et al.*, 2006). Normalmente, os fermentados alcoólicos apresentam acidez volátil, pois o ácido acético é um produto secundário normal da fermentação (HASHIZUME, 2001).

O pH de 3,2 (Tabela 3) da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi foi compatível ao de outras bebidas de frutas, como o fermentado de caju e de laranja que apresentaram, respectivamente, pH 3,5 (TORRES-NETO *et al.*, 2001) e 3,2 (CORAZZA *et al.*, 2001).

O teor de etanol de 12,76°GL da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi pode ser comparado ao vinho de mesa, que tem valor máximo de 13 e mínimo de 10 graus GL, a 20°C (BRASIL, 1988b). Segundo TORRES-NETO *et al.*, (2001), já é consenso que os fermentados de frutas devem ser do tipo suave, sendo, apenas bem apreciado, o vinho seco obtido a partir da uva.

A concentração de etanol da bebida de araçá-boi foi de 12,76 °GL, cujo valor foi compatível ao de outros fermentados de frutas. O fermentado alcoólico de jaca obteve um

teor de 13°GL (ASQUIERI *et al.*, 2008). Os fermentados de jabuticaba e cajá apresentaram, respectivamente, 12,85 °GL (CHIARELLI *et al.*, 2005) e 12 °GL (DIAS *et al.*, 2003).

Neste estudo, a bebida alcoólica de araçá-boi apresentou concentração de dióxido de enxofre de 0,01 g/L, sendo que recomenda-se não ultrapassar 0,15g/L dessa substância para vinhos de fruta já engarrafado (KOLB, 2002). Segundo Asquieri *et al.* (2008), pode ocorrer um aumento da quantidade de dióxido de enxofre total no decorrer do tempo de armazenamento dos vinhos.

Análises	Bebida	Limites ¹	
		Máximo	Mínimo
Açúcares residuais (g/L)	20,8 ± 0,35	(-)	(-)
Acidez total (meq/L)	191,10 ± 0,56	130	50
Acidez volátil (meq/L)	4,19 ± 0,0	20	(-)
pH	3,20 ± 0,02	(-)	(-)
Etanol (%)	12,76 ± 0,05	14,0	4
Sólidos solúveis (°Brix)	4 ± 0,2	(-)	(-)
Dióxido de enxofre total (g/L)	0,01 ± 0,005	0,35 ²	(-)

Tabela 4 - Composição físico-química da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.

Nota: (-) não estabelecido;¹ Limites estabelecidos por Brasil (2008); ² Limite estabelecido por Brasil (1988b).

5.5 Análises dos compostos secundários

A Tabela 5 apresenta os valores médios das concentrações dos compostos secundários da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi. O teor de acetaldeído indica o grau de aeração a que foi submetido o vinho, representa cerca de 90% da concentração total dos aldeídos e é um produto da oxidação do etanol (HASHIZUME, 2001; SALTON *et al.*, 2000). Para o fermentado de araçá-boi, o valor médio de acetaldeído foi 30, 83 mg/100mL

de álcool anidro. Vinhos brancos ou produtos semelhantes, como os fermentados de frutas, que apresentam concentração de acetaldeído acima de 70 mg/100mL de álcool anidro indicam que o produto foi submetido à aeração ou a doses elevadas de sulfitação do mosto antes da fermentação alcoólica (TORRES-NETO *et al.*, 2006).

Grande parte das substâncias aromáticas encontra-se sob a forma de ésteres (GUERRA; BARNABÉ, 2005). De acordo com Torres-Neto *et al.* (2006), dos componentes ésteres, o acetato de etila, em geral, é o que está presente em maior quantidade nos vinhos. Concentrações de acetato de etila inferiores a 200 mg/L conferem um odor agradável, mas em concentrações maiores produzem sabores deteriorados. O teor de ésteres na bebida alcoólica fermentada de araçá-boi foi 44, 18 mg/100mL de álcool anidro.

Os alcoóis superiores são formados durante a fermentação, sendo que concentrações inferiores a 400 mg/L contribuem positivamente para o aroma, mas em teores acima desse valor, interferem, negativamente, na qualidade do vinho, pois produzem odores desagradáveis (TORRES-NETO *et al.*, 2006). O teor de alcoóis superiores para o fermentado de araçá-boi foi 400 mg/L, a bebida apresentou aroma agradável, constatado pela análise sensorial.

De acordo com Salton *et al.* (2000), nos destilados de vinho, a legislação brasileira estabelece o limite máximo de alcoóis superiores de 450 mg/100 mL de álcool anidro. Para o fermentado de araçá-boi, o valor médio encontrado foi 453,415 mg/100mL de álcool anidro.

O metanol é tóxico aos seres humanos, provocando, quando consumido, queda do pH no sangue do consumidor, afetando o sistema respiratório, levando à cegueira e/ou até a morte (TORRES-NETO *et al.*, 2006). De acordo com Salton *et al.* (2000), a concentração

máxima de metanol para vinhos de mesa é de 500 mg/100 mL de álcool anidro. O teor de metanol da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi foi de 76,215 mg/100 mL de álcool anidro, demonstrando que a bebida encontra-se bem abaixo do teor máximo permitido.

	Aldeídos	Ésteres	Alcoóis superiores	Metanol
	(mg/100 mL de álcool anidro)			
Bebida alcoólica fermentada de araçá-boi	30,83	44,18	453,415	76,215

Tabela 5 - Valores médios das concentrações de aldeídos, ésteres, alcoóis superiores e metanol na bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.

5.6 Análise sensorial da bebida

A bebida alcoólica fermentada de araçá-boi foi submetida à análise sensorial por um painel de degustação, constituído por 50 provadores não treinados, após 117 dias de maturação, apurando o aroma e o sabor,

De acordo com a Tabela 6, 80% dos provadores constituiu-se de população jovem, na faixa etária de 19 a 30 anos, sendo a maioria do sexo feminino e que tinha o hábito de consumir vinho.

	Classe	Frequência	Porcentagem (%)
Idade	19 + 30	40	80
	31 + 40	6	12
	41 + 50	2	4
	51 + 59	2	4
Sexo	F	36	72
	M	14	28
Hábito de tomar vinho	S	32	64
	N	18	36

Tabela 6 - Perfil dos provadores

A Tabela 7, indica que 42% dos provadores que participaram da análise sensorial consumiam bebida alcoólica 2 vezes por mês, seguido de 30% dos provadores que consumiam 1 vez por semana.

Frequência do consumo de bebida alcoólica	Provadores (%)
Mais de 2 vezes por semana	8
1 vez por semana	30
2 vezes por mês	42
Raramente	20

Tabela 7. Frequência com que os provadores consomem bebida alcoólica.

Na Tabela 8 são apresentados os valores médios das notas para cada atributo sensorial avaliado. O gráfico 2 apresenta histogramas da distribuição das frequências das repostas dos provadores para cada atributo. Na escala hedônica, a categoria “nem gostei e nem desgostei” (valor 3) é considerada como uma região de indiferença na relação afetiva do provador com o produto, dividindo a escala em duas outras regiões: a região de aceitação (valores 4 e 5), e a região de rejeição à bebida (valores de 1 e 2) (DORNELLES *et al.*, 2009).

Atributos	Notas dos Provadores
Aroma	4,32± 0,77
Sabor	4,26 ± 0,82
Cor	4,16 ± 0,68
Aspecto geral	4,28 ± 0,54

Tabela 8 - Média e desvio padrão das notas dos provadores, para a amostra de bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.

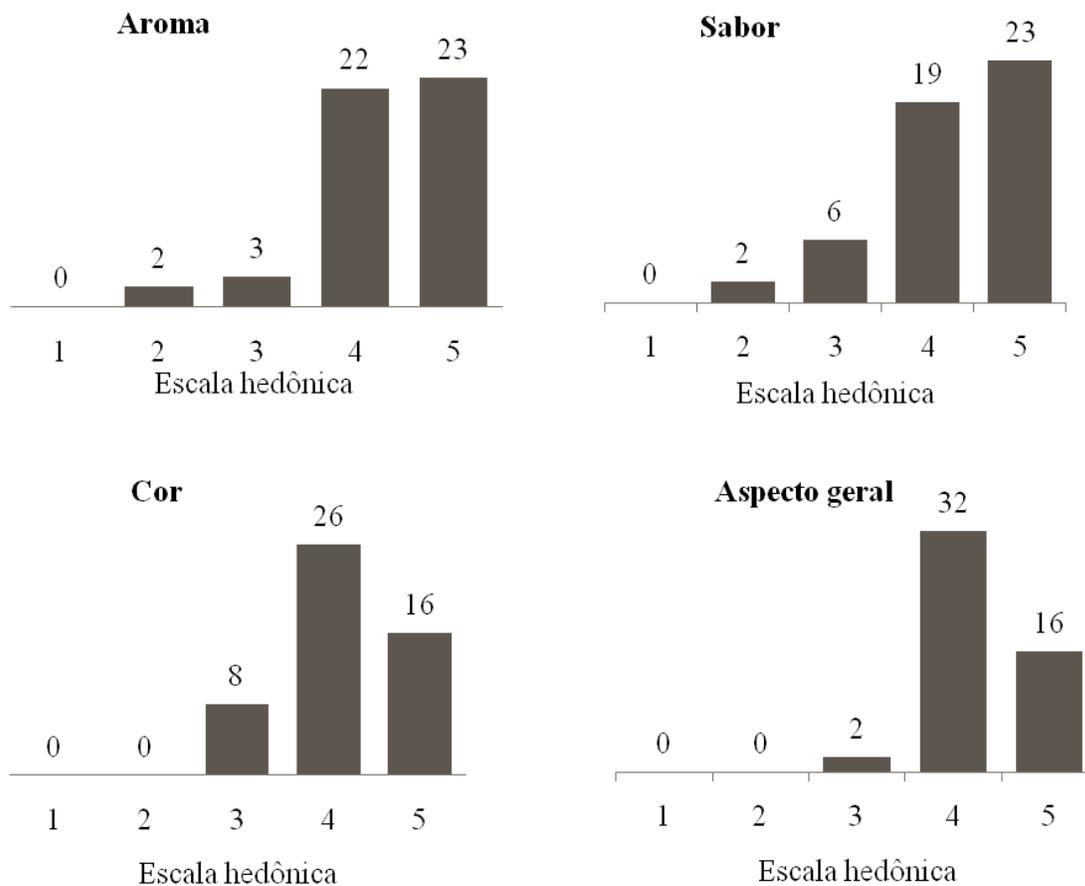


Gráfico 2 - Histogramas de frequência dos valores hedônicos atribuídos ao aroma, sabor, cor e aspecto geral da de bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.

O gráfico 3 demonstra que a bebida alcoólica fermentada de araçá-boi obteve excelente aceitação por parte dos provadores, com valor médio de 88,5% para todos os atributos, apresentando os mais altos percentuais na região de aceitação da escala hedônica. A análise sensorial também detectou 9,5% de indiferença e 2% de rejeição.

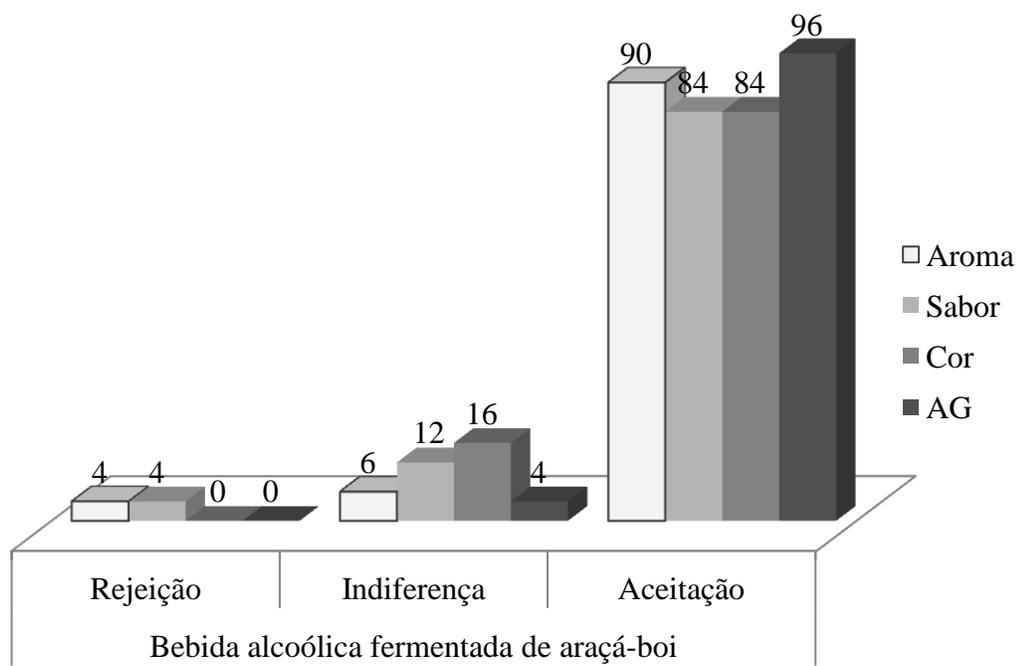


Gráfico 3 - Porcentagem de aprovação, indiferença e rejeição dos atributos aroma, sabor, cor e aspecto geral da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi.

6. CONCLUSÃO

A levedura seca comercial *Saccharomyces cerevisiae* da marca Saf-instant apresentou excelente capacidade fermentativa.

A bebida alcoólica fermentada de araçá-boi pode ser comparada a um vinho de mesa suave, segundo a Portaria n° 229, de 25 de Outubro de 1988, na qual dispõe sobre os Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho;

As análises físico-químicas da bebida alcoólica fermentada de araçá-boi estavam de acordo com os limites estabelecidos pela legislação brasileira, exceto a acidez total, que apresentou valor superior;

A análise sensorial da bebida mostrou excelente aceitação por parte dos provadores, com valor médio de 88,5% para os parâmetros de aroma, sabor, cor e aspecto geral;

A bebida alcoólica apresentou aroma e sabor agradáveis, característico do araçá-boi, mostrando ser uma ótima aplicação tecnológica para este fruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J. P. L. Araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh): aspectos e dados preliminares sobre a sua composição. **Acta Amazônica**, v. 13, n. 5-6, p. 953-954, 1983.

AGUIAR, J. P. L. Tabela de composição de alimentos da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 26, n. 1-2, p. 121-126, 1996.

ALVES, J. A. **Características, químicas, físico-químicas e sensoriais de bebida fermentada de lichia (*Litchi chinenses* Sonn)**. Lavras: UFLA, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, 2009.

AMORIM, Henrique V. **Métodos analíticos para o controle da produção de álcool e açúcar**. 2 ed. Piracicaba: FERMENTEC, 1996.

ANDRADE, R. S. G.; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A.; NÓBREGA, J. A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética química**, v. 27, n. 1, 2002.

ANDRADE, J. S.; PANTOJA, L.; MAEDA, R. N. Melhoria do rendimento e do processo de obtenção da bebida alcoólica de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23, Supl., p. 34-8, 2003.

ANDRADE, J. S. RIBEIRO, F. C. F.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. N. Adequação tecnológica de frutos da Amazônia: Licor de araçá-boi (*Eugenia stipitata*) McVaugh. **Acta Amazônica**, v. 27, n. 4, p. 273-278, 1997.

ARAÚJO, K. G. L.; SABAA-SRUR, A. U. O.; RODRIGUES, F. S.; MANHÃES, L. R. T.; CANTO, M. W. Utilização de abacaxi (*Ananas comosus* L.) cv. Pérola e Smooth cayenne para a produção de vinhos – estudo da composição química e aceitabilidade. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 56-61, 2009.

ARRUDA, A. R.; CASIMIRO, A. R. S.; GARRUTI, D. S.; ABREU, F. A. P. Processamento de bebida fermentada de banana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 2, p. 161-167, 2003.

ASQUIERI, E. R.; RABÊLO, A. M. S.; SILVA, A. G. M. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 881-7, 2008.

AZEVÊDO, L. C.; REIS, M. M.; SILVA, L. A.; ANDRADE, J. B. Efeito da presença e concentração de compostos carbonílicos na qualidade de vinhos. **Quím. Nova**, v. 30, n. 8, p. 1968-1975, 2007.

BRAGA, V. S. **A influência da temperatura na condução de dois processos fermentativos para produção de cachaça**. Piracicaba: USP, 2006. Dissertação (Mestrado

em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2006.

BRASIL. Decreto nº. 2314, de 04 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei nº. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. In: **Diário Oficial da União**, Brasília. 1997.

BRASIL. Decreto nº. 3510, de 16 de junho de 2000. Altera dispositivos do Regulamento aprovado pelo Decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. In: **Diário Oficial da União**, Brasília. 2000.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 24, de 08 de Setembro de 2005. Aprova o Manual Operacional de Bebidas e Vinagres. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005a.

BRASIL. Lei nº. 7678, de 08 de novembro de 1988. Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. In: **Diário Oficial da União**, Brasília. 1988a.

BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 4ª edição. Brasília: Ministério da saúde, 2005b.

BRASIL. Portaria nº 64, de 23 de abril de 2008. Dispõe sobre os padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas: fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, 2008.

BRASIL. Portaria nº 229, de 25 de outubro de 1988. : Aprovar as Normas referentes a Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, 1988b.

BRASIL. Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. In: **Diário Oficial da União**. Brasília, 2001.

CASIMIRO, A. R. S.; FEITOSA, T. BORGES, M. F.; GARRUTTI, D. S.; CAMPOS, J. O. S.; BRINGEL, M. H. F. Avaliação de leveduras industriais na fermentação de suco de caju. **Embrapa Agroindústria Tropical** (Circular Técnica, 4), 14 p. Fortaleza, 2000.

CÁUPER, G. C. B. Biodiversidade amazônica – Flora amazônica. **Centro Cultural dos Povos da Amazônia – CCPA**, v. 3, Manaus – Amazonas, 2006.

CHIARELLI, R. H. C.; NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI-FILHO, W. G. Fermentados de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg): Processos de produção, características físico-químicas e rendimento. **Braz. J. Food Technol.**, v.8, n.4, p. 277-282, 2005.

CHOWDHRURY, P.; RAY, R. C. Fermentation of Jamun (*Syzygium cumini* L.) fruits to form red wine. **ASEAN Food Journal**, 14, p. 15-23, 2007.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. **Quím. Nova**, v. 24, n. 4, p. 449-452, 2001.

DATO, M. C. F.; PIZAURO-JUNIOR, J. M.; MUTTON, M. J. R. Analysis of the secondary compounds produced by *Saccharomyces cerevisiae* and wild yeast strains during the production of the “cachaça”. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 36, n. 1, p. 70-4, 2005.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; FREIRE, E. S.; SERÔDIO, R. dos S. Elaboration of a fruit wine from cocoa (*Theobroma cacao* L.) pulp. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 42, p. 319–29, 2007.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para a elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.

DORNELLES, A. S.; RODRIGUES, S.; GARRUTI, D. S. Aceitação e perfil sensorial das cachaças produzidas com Kefir e *Saccharomyces cerevisiae*. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 29, n. 3, p. 518-22, 2009.

DUARTE, W. F.; DIAS, D. R.; PEREIRA, G. V. M.; GERVÁSIO, I. M.; SCHWAN, R. F. Indigenous and inoculated yeast fermentation of gabioba (*Campomanesia pubescens*) pulp for fruit wine production. **J Ind Microbiol Biotechnol** , v. 36, p. 557–69, 2009.

EVANGELISTA, A. F.; ALMEIDA, S. S.; SANTANA, J. C. C.; SOUZA, R. R. Avaliação RSM de fatores que influenciam na produção de vinho de acerola. **Brazilian Journal of food technology**, 5ºSIPAL, p. 8-13, 2005.

FALCÃO, M. A.; CHAVEZ F., W. B.; FERREIRA, S. A. N.; CLEMENT, C. R.; BARROS, M. J. B.; BRITO, J. M. C.; SANTOS, T. C. T. Aspectos fenológicos e ecológicos do araçá-boi (*Eugenia stipitata*, McVaugh) na Amazônia Central. I Plantas Juvenis. **Acta Amazônica**, v. 18, n. 3-4, p. 27-38, 1988.

FALCÃO, M. A.; GALVÃO, R. M. S.; CLEMENT, C. R.; FERREIRA, S. A. N.; SAMPAIO, S. G. Fenologia e produtividade do araçá-boi (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae) na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 30, n. 1, p. 9-21, 2000.

FERREIRA, S. A. N. Biometria de frutos de araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). **Acta Amazônica**, v. 22, n. 3, p. 295-302, 1992.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Araza (*Eugenia stipitata*) cultivo y utilizacion - Manual tecnico. **Tratado de Cooperación Amazónica**. Ministerio de cooperacion tecnica del reino de los paises bajos. FAO. Venezuela, 1999.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. V.; SILVA, M. A. A. P.; CHAVEZ, J. B.; BARBOSA, E. M. M. Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos.

Campinas, São Paulo: **SBCTA – Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (Manual: Série e Qualidade)**, 2000.

FIEAM/DAMPI. **Plantas medicinais e suas aplicações na indústria**. Federação das Indústrias do Estado do Amazonas. Departamento de Assistência à Média e Pequena Indústria. Manaus. Outubro, 1996.

FRANCO, M. R. B.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some brazilian fruits: umbu-caja (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitata*), and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 4, p. 1263-5, 2000.

GUERRA, C. C.; BARNABÉ, D. Vinho. In: VENTURINI-FILHO, W.G. **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

HASHIZUME, T. Tecnologia do vinho. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W. SCHMIDELL, W. LIMA, U. A. **Biotecnologia Industrial: Biotecnologia na produção de alimentos**. 1ª ed. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 2001.

HERNÁNDEZ, M. S.; MARTÍNEZ, O.; FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J. P. Behavior of arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) fruit quality traits during growth, development and ripening. **Scientia Horticulturae**, v. 111, p. 220–227, 2007.

JORDÃO, F. G. **Perfil sensorial e aceitabilidade de suco de laranja integral pasteurizado e suco de laranja reconstituído**. Piracicaba: USP, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2005.

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

LIMA, U. A.; BASSO, L. C.; AMORIM, H. V. Produção de etanol. In: LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial: Processos fermentativos e enzimáticos**. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LOPES, R. V. V.; SILVA, F. L. H. Elaboração de fermentados a partir do figo-da-india. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 305-315, 2006.

MAEDA, R. N.; ANDRADE, J. S. Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dúbia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. **Acta Amazônica**, v. 33, n. 3, p. 489-498, 2003.

MATEOS, J. A. R.; PÉREZ-NEVADO, F.; FERNÁNDEZ, M. R. Influence of *Saccharomyces cerevisiae* yeast strain on the major volatile compounds of wine. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 40, p. 151–157, 2006.

MAURICIO, J. C.; MORENO, J.; ZEA, L.; ORTEGA, J. M.; MEDINA, M. The effects of grape must fermentation conditions on volatiles alcohols and esters formed by *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 75, p. 155-160, 1997.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: estudo com consumidores**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006.

MOHANTY, S.; RAY, P.; SWAIN, M.R.; RAY, R.C. Fermentation of cashew (*Anacardium occidentale* L.) “apple” into wine. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 30, p. 314-22, 2006.

MORETTO, E.; ALVES, R. S.; CAMPOS, C. M. T.; ARCHER, R. M. B.; PRUDÊNCIO, A. J. **Vinhos e vinagres: Processamento e análises**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1988.

MUNIZ, C. R.; BORGES, M. F.; ABREU, F. A. P.; NASSU, R. T.; FREITAS, C. A. S. Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. **B.CEPPA**, v. 20, n. 2, p. 309-322, 2002.

OLIVEIRA, L. P. **Seleção e aproveitamento biotecnológico de frutos encontrados na Amazônia para a elaboração de bebida alcoólica fermentada utilizando levedura imobilizada**. Manaus: UFAM, 2006. Tese (Doutorado em Biotecnologia), Universidade Federal do Amazonas/PPGCIFA, 2006a.

OLIVEIRA, M. C. S. **Avaliação do processo de fermentação alcoólica de suco de maçã obtido por liquefação enzimática**. Ponta Grossa: UEPG, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2006b.

PENTEADO, J. C. P. **Aplicação da análise multivariada para caracterização de bebida alcoólica destilada a partir de determinação de compostos voláteis por técnicas cromatográficas**. São Paulo: USP, 2006. Projeto de pós doutorado, Universidade de São Paulo, 2006.

REDDY, L.V.A.; REDDY O.V.S. Production and characterization of wine from mango fruit (*Mangifera indica* L). **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 21, p. 1345–50, 2005.

RIZZON, L. A. Composição química dos vinhos da microrregião homogênea vinicultora de Caxias do Sul (MRH 311) – Compostos voláteis. Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho – **CNPUV**. Comunicado Técnico, n. 5, p. 1-4, 1987.

ROGEZ, H.; BUXANT, R.; MIGNOLET, E.; SOUZA, J. N. S.; SILVA, E. M.; LARONDELLE, Y. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araçá-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Eur Food Res Technol.**, v. 218, p. 218:380–384, 2004.

SABLAYROLLES, J. M. Control of alcoholic fermentation in winemaking: current situation and prospect. **Food Research International**, v. 42, p. 418–424, 2009.

SALTON, M. A.; DAUDT, C. E.; RIZZON, L. A. Influência do dióxido de enxofre e cultivares de videira na formação de alguns compostos voláteis e na qualidade sensorial do destilado de vinho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 302-308, 2000.

SILVA, N. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 3° ed. São Paulo: Varela, 2007.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987.

TORRES-NETO, A. B.; SILVA, M. E; SILVA, W. B.; SWARNAKAR, R.; HONORATO, F. L. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 489-492, 2006.

UFPR. **Bioquímica: aulas práticas**. 6ª ed. Curitiba: UFPR, 2002.

VERZERA, A.; ZIINO, M.; SCACCO, A. LANZA, C. M.; MAZZAGLIA, A.; ROMEO, V.; CONDURSO, C. Volatile compound and sensory analysis for the characterization of and italian white wine from “Inzolia” grapes. **Food Anal. Methods**, v. 1, p. 144–151, 2008.

WARD, O. P. **Biología de la fermentación. Principios, procesos y productos**. (Trad. Miguel Calvo Rebollar). Zaragoza: Acribia, 1991.

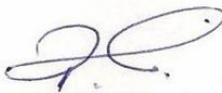
APÊNDICE

APÊNDICE A – Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa da UFAM

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas aprovou, em reunião ordinária realizada nesta data, por unanimidade de votos, o Projeto de Pesquisa protocolado no CEP/UFAM com CAAE nº. 0331.0.115.000-09, intitulado: **“Desenvolvimento tecnológico de bebida alcoólica fermentada a partir de frutas da Amazônia: araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) e carambola (*Averrhoa carambola* L)”**, tendo como Pesquisadora Responsável Roberta Cris Doce de Moura.

Sala de Reunião da Escola de Enfermagem de Manaus – EEM da Universidade Federal do Amazonas, em Manaus/Amazonas, 18 de novembro 2009.



Prof. MSc. Plínio José Cavalcante Monteiro
Coordenador do CEP/UFAM

APÊNDICE B - Ficha de avaliação sensorial adaptado de Alves (2009);
Ferreira *et al.* (2000).

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Data: ____/____/____

Idade: ____

Sexo: ()F ()M

Tem o hábito de tomar vinho? () sim () não

Frequência com que você consome bebida alcoólica: () Mais de 2 vezes por semana ()

1 vez por semana () 2 vezes por mês () Raramente

Por favor, avalie a amostra e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da cor, aroma, sabor e do aspecto geral da amostra de bebida fermentada de araquá-boi.

5 – Gostei muito

4 – Gostei

3 – Não gostei/ nem desgostei

2 – Desgostei

1 – Desgostei muito

Notas			
Aroma	Sabor	Cor	Aspecto geral

Comentários/sugestões: _____

APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o (a) Sr(a) para participar do Projeto de Pesquisa “**Desenvolvimento tecnológico de bebida alcoólica fermentada a partir do araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh)**” que tem como objetivo produzir bebida alcoólica fermentada a partir do araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), selecionando dentre diferentes formulações, a bebida de maior aceitabilidade. As pesquisadoras Roberta Cris Doce de Moura e Dra. Ila Maria de Aguiar Oliveira, responsáveis pelo projeto, pedem a sua colaboração para degustar em pequena quantidade as formulações de bebidas alcoólicas fermentadas de araçá-boi e preencher uma ficha de avaliação sensorial das mesmas. Nas amostras foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas, garantindo assim a qualidade e a segurança da bebida a ser avaliada, seguindo todos os requisitos de boas práticas de fabricação.

O (a) Sr(a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhum valor econômico, mas a sua participação é de fundamental importância para o avanço da pesquisa.

Se não quiser participar, tem o direito e a liberdade de se recusar, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar se justificar, nem sofrer qualquer dano.

A utilização dos resultados será feita única e exclusivamente para a referida pesquisa, garantindo a total confidencialidade dos julgadores. Para qualquer outra informação, o (a) Sr.(a) poderá entrar em contato com a pesquisadora pelo telefone (92) 9194-4427 ou pelo e-mail: robertadoce@ufam.edu.br.

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Estou recebendo uma cópia deste documento, assinada, que vou guardar.

Assinatura do participante

____/____/____
Data

Pesquisadora Responsável

____/____/____
Data

APÊNDICE D– Cálculo da Eficiência fermentativa

Fórmula utilizada no cálculo da eficiência fermentativa (E_f) segundo Alves (2009)

$$E_f = \frac{P}{0,511(S_0 - S)} \times 100$$

P= concentração final de etanol (g L^{-1})

S_0 = concentração inicial de açúcares totais (g L^{-1})

S = concentração final de açúcares totais (g L^{-1})

	S_0 (g/L)	S (g/L)	P (g/L)	E_f (%)	Média E_f (%)
	231,12	19,98	101,22	93,81	
Bebida alcoólica fermentada de araçá-boi	236,61	20,92	100,59	91,26	90,95
	245,43	21,50	100,43	87,77	