



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Waleskha Benevenuto Pinto Neves

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANÁLISE SENSORIAL
DE FERMENTADOS DE CAJU DESENVOLVIDOS POR TÉCNICAS DISTINTAS.**

PAU DOS FERROS/RN

2018

Waleskha Benevenuto Pinto Neves

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANÁLISE SENSORIAL
DE FERMENTADOS DE CAJU DESENVOLVIDOS POR TÉCNICAS DISTINTAS.**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Bacharela em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof. Dra. Shirlene Kelly Santos Carmo

Coorientador: Prof. Dr. Lino Martins de Holanda Júnior

PAU DOS FERROS/RN

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N511p Neves, Waleskha Benevenuto Pinto.
PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E
ANÁLISE SENSORIAL DE FERMENTADOS DE CAJU
DESENVOLVIDOS POR TÉCNICAS DISTINTAS. / Waleskha
Benevenuto Pinto Neves. - 2018.
58 f. : il.

Orientadora: Shirlene Kelly Santos Carmo.
Coorientador: Lino Martins de Holanda Júnior.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2018.

1. caju. 2. fermentação alcoólica. 3.
saccharomyces cerevisiae. 4. reator batelada. I.
Carmo, Shirlene Kelly Santos, orient. II. Júnior,
Lino Martins de Holanda, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

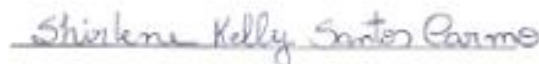
Waleskha Benevenuto Pinto Neves

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANÁLISE SENSORIAL
DE FERMENTADOS DE CAJU DESENVOLVIDOS POR TÉCNICAS DISTINTAS**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semiárido como requisito
para obtenção do título de Bacharela em
Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 12 / 04 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Shirlene Kelly Santos Carmo
Presidente



Prof. Dr. Lino Martins de Holanda Júnior
Coorientador



Prof. Dr. Ricardo Paulo Fonseca Melo
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao grande arquiteto do universo, Deus, pela força, saúde, determinação e por nunca me deixar fraquejar em momento algum durante esses três anos do curso de Ciência e Tecnologia.

Em nome dos meus pais Waldonildo e Remédios, meu irmão Wescley, minha cunhada Nayara, meus avós paternos Valdemar (*in memoriam*) e Maria e meus avós maternos Francisco (*in memoriam*) e Socorro (*in memoriam*). Agradeço a todos meus tios, primos e demais familiares pelo suporte dado e por sempre me ensinarem a ser melhor e nunca desistir dos meus sonhos. Obrigada por toda energia positiva transmitida mesmo de longe e por todo exemplo de garra e perseverança que vocês me passam.

A minha orientadora, mãe, amiga e acima de tudo uma grande profissional, Shirlene Kelly, que durante todo esse tempo foi para mim uma fonte inesgotável de inspiração. Agradecendo também ao meu coorientador Holanda Júnior, pela amizade, paciência, ajuda e contribuição ao trabalho.

Ao GPAQ em nome dos coordenadores Ricardo, Shirlene e Holanda, por serem mais que um grupo de pesquisa, mas sim, uma família, onde encontrei suporte durante todo o período de pesquisa. Aos técnicos do laboratório de química, Paula e Marcelo, por toda paciência e disponibilidade em ajudar sempre que preciso.

Aos meus companheiros do projeto de fermentação alcoólica Brenda, Caio e Lucas pela relação amigável e respeitosa sempre em todos os trabalhos realizados. Em nome de Victor Ezequiel, Renê e Isis, eu agradeço a todos os meus amigos da UFERSA por terem sempre sido abrigo e proteção durante todo o período de graduação. Por meio de Cleto, Melque, Ingrid e Sarah, transmito meus singelos agradecimentos a todos meus irmãos de consideração da cidade de Sousa por sempre de perto ou de longe serem colo, consolo e donos das melhores palavras de força, coragem e determinação.

E a todos aqueles que de uma forma ou outra contribuíram sempre com o trabalho, com a faculdade e com a vida durante este período de graduação!

RESUMO

Oriundo do nordeste brasileiro, o cajueiro possui afinidade por climas tropicais e regiões com estação seca bem definida, características estas predominantes na região do semiárido potiguar. O caju é classificado como um pseudofruto, o verdadeiro fruto é a castanha-de-caju, parte com coloração marrom e consistência dura. O pedúnculo do caju, parte que contem a polpa e tem cores nos tons de amarelo a alaranjado, se desenvolve com a finalidade de sustentar e alimentar a castanha. Por possuir grande importância social e econômica no Brasil, o caju (*Anacardium occidentale*, *Anacardiaceae*) acarreta altas produções nas regiões frutíferas, como é o caso do Rio Grande do Norte, no entanto, o alto índice de desperdício está atrelado às altas produções. A produção do fermentado de caju tem como principal objetivo a redução desses números, que chegam a cerca de 90% da produção. O alto desperdício do caju está atrelado também à sensibilidade da pele do pedúnculo do caju que, ao cair do cajueiro, acabam se estragando e perdendo a sua qualidade com facilidade. Os caju utilizados para a produção do suco natural (matéria-prima do fermentado) requer apenas um fruto “saudável”, bem diferente da exigência encontrada para a comercialização. Tendo como finalidade a produção e caracterização físico-química do caju e de seu fermentado, o processo de fermentação alcoólica consiste basicamente na conversão de açúcares fermentáveis como sacarose, glicose e frutose em etanol e gás carbônico. Neste trabalho, os principais resultados obtidos das análises de acidez (g/100mL), pH, gravidade específica (°Brix), foram respectivamente de 0,255 g/100mL, 4,48 e 13 °Brix. Para o fermentado de caju produzido por meio da fermentação forçada foram analisados o teor alcoólico e os açúcares redutores totais (ART), tendo como resultado de 11,4% de álcool e concentração de 1,64 g/L de açúcares, respectivamente, podendo classificar o fermentado como do tipo seco. Já para o fermentado de caju obtido por meio da fermentação espontânea, foi realizada somente a análise do teor alcoólico, que teve como resultado 11,3% de álcool. A partir das análises realizadas em laboratório e da análise sensorial, realizada com um público bem variado de 20 provadores, foi possível perceber que a produção do fermentado de caju é viável por meio dos dois tipos de processo.

Palavras-chave: caju, fermentação alcoólica, *saccharomyces cerevisiae*, reator batelada.

ABSTRACT

In Northeast Brazil, the cashew tree has affinity for tropical climates and the regions with well defined dry season, predominant characteristics in the region of the semi - arid region. The cashew is classified as pseudofruit, the true fruit is the cashew nut, part with brown coloration and hard consistency. The cashew peduncle, part containing a pulp, has colors in shades of yellow, is made with a purpose of sustaining and feeding the chestnut. Due the great social and economic importance in Brazil, (*Anacardium occidentale*, Anacardiaceae), it has the high production of fruit regions, is the case of Rio Grande do Norte, however, the high rate of waste is linked to high waste. The main purpose of cashew fermented production is to reduce indices of waste about 90% of production. The high waste of cashew is also linked to the sensitivity of the cashew tree, eventually ruining and losing its quality with ease. Cashews used for the production of natural juice (necessary for fermentation) require only "healthy" fruit, different from that imported for commercialization. The process of alcoholic fermentation is based on the conversion of sugars such as sucrose, glucose and fructose into ethanol and carbon dioxide. In this work, the results of acidity (g / 100mL), pH, gravity (°Brix) were respectively 0.255 g / 100mL, 4.48 and 13 °Brix. The fermented produced by the fermentation show medium was the alcohol content and the total reducing sugars (ART), resulting in 11.4% alcohol and a concentration of 1.64 g / L of sugars, respectively. The fermented produced by the fermentation show medium was the alcohol content and the total reducing sugars (ART), resulting in 11.4% alcohol and a concentration of 1.64 g / L of sugars, respectively. The Fermented was classified as dry type. Already the fermented by spontaneous fermentation, only an analysed of the alcoholic content was done, which resulted in 11.3% alcohol. From the analysis of laboratory data and sensory analysis, the production with a wide audience of 20 tasters, it was possible to perceive that the production of cashew fermented is viable through both types of process.

Keywords: cashew, alcoholic fermentation, *saccharomyces cerevisiae*, batch reactor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo simplificado da fermentação alcoólica.....	18
Figura 2 – Fases do processo de fermentação alcoólica.....	18
Figura 3 – Cajueiro onde foram colhidos os frutos para a pesquisa.....	22
Figura 4 – Cajus colhidos.....	23
Figura 5 – Frutos selecionados após colheita.....	23
Figura 6 – Castanha-de-caju proveniente do descastanhamento do fruto.....	23
Figura 7 – Suco natural de caju obtido a partir do processamento do pedúnculo.....	24
Figura 8 – pHmetro.....	25
Figura 9 – Equipamentos utilizado para obtenção da acidez titulável.....	26
Figura 10 – Refratômetro.....	26
Figura 11 – Gelatina utilizada no processo de clarificação.....	27
Figura 12 – Fermento comercial utilizado na etapa de fermentação alcoólica.....	29
Figura 13 – Início da ativação da levedura.....	39
Figura 14 – Multiplicação das células presentes na levedura.....	30
Figura 15 – Reator do tipo batelada utilizado para realização da fermentação alcoólica.....	30
Figura 16 – Sistema de filtração a vácuo utilizado para retirada da levedura.....	31
Figura 17 – Aquecimento da garrafa.....	32
Figura 18 – Armazenamento.....	32
Figura 19 – Execução da análise do ART.....	34
Figura 20 – Espectrofotômetro utilizado na medição da absorbância.....	34
Figura 21 – Ferramenta computacional utilizada para obtenção do teor alcoólico.....	34
Figura 22 – Fermentado submetido à evaporação para a execução da análise do extrato seco.....	35
Figura 23 – Local onde é realizada a fermentação espontânea.....	36
Figura 24 – Análise do pH e acidez titulável do fermentado de caju por meio da cinética química.....	39
Figura 25 – Análise do ART e teor alcoólico do fermentado de caju.....	39
Figura 26 – Análise da gravidade específica e teor alcoólico do fermentado de caju.....	40
Figura 27 – Análise da cor da amostra 1.....	42
Figura 28 – Análise do sabor da amostra 1.....	42
Figura 29 – Análise do aroma da amostra 1.....	43

Figura 30 – Análise da aparência da amostra 1.....	43
Figura 31 – Opinião em relação à amostra 1.....	44
Figura 32 – Atitude em relação à compra da amostra 1.....	44
Figura 33 – Avaliação da amostra 1.....	44
Figura 34 – Análise da cor da amostra 2.....	45
Figura 35 – Análise do sabor da amostra 2.....	45
Figura 36 – Análise do aroma da amostra 2.....	46
Figura 37 – Análise da aparência da amostra 2.....	46
Figura 38 – Opinião em relação à amostra 2.....	47
Figura 39 – Atitude em relação à compra da amostra 2.....	47
Figura 40 – Avaliação da amostra 2.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação do fermentado através do teor de açúcar.....	20
Tabela 2 - Caracterização físico-química do caju e padrões de identidade para a polpa do caju.....	38
Tabela 3 - Análises físico-químicas do fermentado de caju no processo de fermentação espontânea.....	41

LISTA DE SIGLAS

GPAQ – Grupo de Processos e Análises Químicas.

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

pH – potencial Hidrogeniônico.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

ATP – Adenosina trifosfato.

ADP – Adenosina difosfato.

Pi – Piruvato.

H₂O – água.

DNS – Ácido 3,5-dinitro salicílico.

CO₂ – Gás carbônico.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 SEMIÁRIDO POTIGUAR	14
3.2 CAJU	15
3.3 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA	17
3.3.1 Fermentado de Caju	19
3.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	20
4 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	22
4.1 PRODUÇÃO DO FERMENTADO DE CAJU (FERMENTAÇÃO FORÇADA).....	22
4.1.1 Obtenção dos frutos	22
4.1.2 Seleção dos frutos, Descastanhamento e Extração do suco	23
4.1.3 Caracterização Físico-Química do caju	24
4.1.4 Clarificação	26
4.1.5 Sulfitação e adição de nutrientes	27
4.1.6 Chaptalização	28
4.1.7 Fermentação	28
4.1.8 Filtração.....	30
4.1.9 Engarrafamento, Pasteurização e Armazenamento	31
4.1.10 Caracterização físico-química do fermentado de caju	32
4.2 PRODUÇÃO DO FERMENTADO DE CAJU (FERMENTAÇÃO ESPONTÂNEA).....	35
4.3 ANÁLISE SENSORIAL.....	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 CARACTERIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO CAJU	38
5.2 FERMENTAÇÃO FORÇADA.....	38
5.3 FERMENTAÇÃO ESPONTÂNEA	41

5.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	42
5.4.1 Fermentação Forçada.....	42
5.4.2 Fermentação Espontânea.....	45
6 CONCLUSÃO	49
7 REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE.....	54

1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale*) é uma planta oriunda do Nordeste Brasileiro, com eficácia adaptativa bastante considerável ao estresse hídrico, a solos de baixa fertilidade e temperaturas elevadas. Conveniente a essas características, o cajueiro tem se tornado um considerável propulsor da fonte de renda nos estados do Nordeste, tendo destaque para aqueles que possuem regiões semiáridas (EMBRAPA, 2016). O caju apodera-se de uma vasta importância social e econômica no Brasil, permitindo assim extensas vantagens em relações ao restante dos países produtivos (ARAÚJO, 2015).

A elevada produção de caju ocasiona o alto índice de desperdício do mesmo. No estado do Rio Grande do Norte 90% da produção é desperdiçada (SEBRAE, 2010). Esse estado é caracterizado como um dos maiores produtores de caju, com cerca de 20% da produção brasileira (EMBRAPA, 2016). Tendo em vista a taxa de desperdício colocou-se em prática um estudo da produção do fermentado de caju, que tem como matéria-prima, o suco de caju, podendo assim melhorar o aproveitamento do fruto na região.

Do caju desfruta de toda totalidade. O principal produto é a amêndoa da castanha-de-caju, no qual se retira também a película que envolve a amêndoa, utilizada na indústria química de tintas e vernizes. Da casca da castanha, extrai-se o fluido, que é empregado na indústria de lubrificantes e químicas. O pedúnculo (pseudofruto) é triturado para o alcance do suco ou polpa congelada, empregado na fabricação de sucos, cajuínas e outras bebidas, como por exemplo, o fermentado (EMBRAPA, 2016).

A fermentação alcoólica consiste, principalmente, na conversão de açúcares em etanol e gás carbônico, através do desempenho (ou não) de um microrganismo que é colocado durante o procedimento com o objetivo de acelerar a conversão (SILVA, JESUS e COUTO, 2007). A legislação brasileira (BRASIL, 2009) afirma que, geralmente o fermentado é uma bebida com graduação alcoólica entre 4 e 14% em volume.

Realiza-se a caracterização físico-química do caju e do seu fermentado com o intuito de avaliar as fundamentais propriedades do fruto para a produção do fermentado e também averiguar se o produto obtido está dentro das expectativas e padrões esperados. Durante e após o processo de produção do fermentado foi realizada a cinética fermentativa das análises: pH, gravidade específica (°Brix), acidez titulável (g/100mL), teor alcoólico (°GL), extrato seco (g/mL) e ART.

Posterior ao processo de produção dos fermentados de caju e com os resultados de todas as análises, realizou-se a análise sensorial dos mesmos, que tem como objetivo, colher os resultados de aceitação, através da avaliação de cor, sabor, aroma e aparência dos fermentados produzidos.

A pesquisa desenvolvida teve como intuito observar e analisar a fermentação espontânea (sem adição do microrganismo) e a forçada por meio da adição de levedura. Além disso, também possui aspectos socioeconômicos, pois visa à redução dos altos índices de desperdício do pseudofruto, que é o caju.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O estudo desenvolvido tem como propósito a obtenção do fermentado de caju, através de duas técnicas distintas, que consistem na fermentação forçada ou espontânea. A pesquisa também leva em consideração aspectos socioeconômicos, pois de acordo com os dados apresentados referentes aos altos índices de desperdício do fruto, colocou-se em prática o estudo com a finalidade de melhorar a taxa de aproveitamento do fruto produzido na região.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Fabricação dos fermentados de caju.
 - a. Fermentação forçada (adição de leveduras comerciais);
 - b. Fermentação espontânea (leveduras selvagens provenientes do próprio fruto);
- II. Caracterização físico-química do caju *in natura* e dos seus respectivos fermentados.
- III. Análise sensorial dos fermentados produzidos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 SEMIÁRIDO POTIGUAR

Cerca de 20% do território brasileiro é englobado pelo Nordeste, tendo como principal fator o clima, o qual é o agente da variação de outros coeficientes que constituem a paisagem. O clima do semiárido apresenta características marcantes que são resumidas em: déficit hídrico, temperaturas altas e precipitações escassas (ARAÚJO, 2001).

Localizado no extremo Nordeste Brasileiro, o estado do Rio Grande do Norte tem limites formados com o estado da Paraíba ao sul, o Oceano Atlântico ao norte e leste e com o Ceará ao oeste. Retirando o litoral e a porção sudeste do estado, todo o restante do território potiguar possui clima semiárido, com mais de sete meses de período seco anualmente, ocasionando assim o domínio da vegetação esparsa e xerófila seca, comumente conhecida de Caatinga (AMARANTE, SILVA e FILHO, 2003).

As circunstâncias de insolação e umidade são ideais para a plantação de frutas. A atividade de produção de frutas frescas no semiárido potiguar para o mercado exterior é, atualmente uma das atividades mais dinâmicas dentro do estado. O segundo maior produtor de frutas tropicais brasileiras irrigadas é o Rio Grande do Norte (RN), onde seu principal produto exportado é o melão. A castanha-de-caju é o segundo produto mais importante, tendo impulso nas três últimas décadas quando os mercados internos e externos aqueceram fazendo surgir agroindústrias de beneficiamento de castanha espalhadas pelo estado (AGN, 2014). Assim,

A sua área de maior concentração abrange os municípios de Serra do Mel (maior produtor do RN), Mossoró e Areia Branca, na fronteira com o Ceará.

O Rio Grande do Norte apresentou em 2008 um saldo nas exportações da castanha de caju aproximado a US\$ 45 milhões, sendo a produção estimada em mais de 8 mil toneladas de amêndoas e destinada a países como Holanda, Itália, Estados Unidos, China, entre outros. (AGN, 2014).

A relação do Rio Grande do Norte (RN) com o caju apresenta-se intrinsecamente ligada a vários setores, como por exemplo, um dos maiores pontos turísticos do estado, o qual é exatamente o maior cajueiro do mundo. Localizado no distrito de Pirangi do Norte, na cidade de Parnamirim, município localizado na grande Natal, cobre um perímetro de 500 metros com cerca de 8.500 metros quadrados. Plantado no ano de 1888 o maior cajueiro do mundo completou em 2017, 129 anos de sua existência (G1 RN, 2017).

3.2 CAJU

Além da grande adaptação às condições de solo e clima do Brasil e tendo sua colheita de agosto a janeiro, a cultura do caju (*Anacardium occidentale*, *Anacardiaceae*) tem vasta importância social e econômica para o país, oferecendo vantagens competitivas e comparativas em relação a outros países produtores (ARAÚJO, 2015). Do ponto de vista nutricional podemos considerar o pedúnculo do caju como:

Fonte de vitamina C, vitaminas do Complexo B e Ferro, e pode ser considerada fonte relevante de compostos antioxidantes, que são necessários para a saúde humana. Assim, os pedúnculos, quando consumidos frescos, conferem benefícios diretos para a saúde humana (LOPES *et al.*, 2012 apud SERRANO e OLIVEIRA, 2013).

Já a castanha-de-caju possui excelente teor de Magnésio (Mg), Fósforo (P), Potássio (K) e Zinco (Zn), tal que 100 gramas do produto é capaz de suprir essas necessidades diárias de uma pessoa adulta, tendo destaque também a partir dos seus óleos, que permitem a presença do caju no cardápio nutricional (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010). A presença da substância conhecida como tanino é responsável pela sensação de “travar” do fruto, ao provar o pedúnculo fresco do caju se sente uma de suas propriedades: a adstringência (FRUTAS BRASIL, 2018).

A colheita do caju acontece cerca de dois meses depois do florescimento da planta, onde os picos dependem, necessariamente, de como o pomar foi formado. Durante a época da colheita devem-se tomar alguns cuidados para que não ocorram danos ao produto e a produção do pomar. A coleta pode ser realizada de dois modos, a primeira referindo-se à colheita da castanha-de-caju, e a segunda do pedúnculo para sua utilização no consumo *in natura* ou processamento industrial (EMBRAPA, 2000).

A amêndoa de castanha-de-caju coopera em um mercado mundial bilionário, com movimentações superiores a US\$ 2,4 bilhões por ano, além de contratar diretamente cerca de 1,2 milhão de pessoas. Nos últimos anos, houve uma amplificação da exportação e produção da amêndoa, em países não usualmente produtores, como por exemplo, o Vietnã e a Nigéria. Simultaneamente, o Brasil perdeu colocações no mercado internacional e acabou fechando aproximadamente 20 grandes indústrias processadoras, resistindo apenas quatro indústrias em atividade (ARAÚJO, 2015).

Um dos principais desafios atrelados à cultura do caju é o quadro negativo relacionado ao desperdício do pseudofruto, enquanto a castanha é altamente valorizada. O Nordeste desperdiça 1,9 milhão de toneladas do pedúnculo todo ano. Os dados da EMBRAPA indicam que cerca de 320 mil toneladas de caju são produzidas no Rio Grande do Norte por ano, porém, apenas 10% da produção é aproveitada. Uma porção é vendida como pseudofruto ou como suco *in natura* e polpa e todo o restante estraga-se diretamente nos locais de plantio, durante os quatro meses de safra (SEBRAE, 2010).

Nos nove estados nordestinos o acontecimento se repete, sobretudo, onde a produção é feita em ampla escala, como no Rio Grande do Norte e no Ceará. A região nordestina produz apenas 120 toneladas de suco por ano e uma solução para reduzir esse desperdício, seria a utilização do caju para alimentar rebanhos caprinos e bovinos (SEBRAE, 2010).

Dados evidenciam que cerca de 30% do volume de frutas tropicais são desperdiçadas no Brasil. Com isso, a elaboração de bebidas fermentadas torna-se uma alternativa para evitar desperdício e gerar novos empregos. Todavia, a utilização de frutas como fonte de renda ainda não é uma realidade no Brasil, e grande parte destas perdas pós-colheita é proveniente do baixo grau de conhecimento de como utilizar o excesso da produção (FILHO, 2016).

Outras formas de utilização do pedúnculo são realizadas no nordeste brasileiro, visto que o principal produto para comercialização é a castanha (PAIVA *et al.* 1998 apud AGUIAR, 2001), onde suas aplicações tornam-se uma boa fonte de renda, em especial quando é aproveitado industrialmente para a produção de doces, sucos e diversos outros produtos alimentícios (AGUIAR, 2001).

Devido alguns problemas com a baixa divulgação dos produtos do caju e a falta de tecnologia empregada nas fábricas para sua conservação, o pedúnculo acaba sendo pouco aproveitado, apesar de ser possível aproveitá-lo como matéria prima para diversos produtos. O baixo consumo de produtos industrializados à base de caju levou a Embrapa a desenvolver pesquisas e divulgar novas fórmulas de aproveitamento do pedúnculo (EMBRAPA, 2000).

Partindo do suco de caju, pode-se realizar a produção de fermentados, vinagres, aguardentes e licores (CAJU CULTURA apud NEVES *et al.*, 2016). Aqui, destaca-se o fermentado de caju, o qual é obtido a partir da polpa do caju *in natura*. No contexto socioeconômico do Nordeste brasileiro, é possível reduzir o desperdício e, conseqüentemente, aumentar a renda dos produtores, tendo como principal característica um produto moderno que tem capacidade de provocar grande repercussão no mercado.

3.3 FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA

Diversas bebidas alcoólicas tiveram sua origem a partir de sucessões culturais, se tornando industriais ao assumir moldes capitalistas posteriormente. Porém, outras surgiram como alternativa para o aproveitamento do excesso de produção frutícola de algumas regiões específicas ou também como inovação tecnológica para uso de frutas, como no caso dos fermentados de pêssego, laranja e caju. Sendo assim, o planejamento do processo de produção de fermentados equivale a uma etapa indispensável para a conquista de um produto de qualidade (FILHO, 2016).

O fato da matéria-prima não ter sido empregada em produções de fermentados ainda, torna-se indispensável à redução da escala e avaliação do processo, em pequenos volumes de mosto (FILHO, 2016).

De acordo com a legislação brasileira, Lei nº.8.918, de 14 de julho de 1994, pertence a todo artefato industrializado, em estado líquido, designado ao consumo humano, sem propósito terapêutico ou medicamentoso, o termo “bebida”. Outros termos possuem tremenda importância quando se referem ao estudo da tecnologia das bebidas, tais como: matéria-prima, ingrediente, lote ou partida e prazo de validade (LIMA e FILHO, 2011).

A evolução da tecnologia dentro da vinicultura fez com que a fabricação de vinhos não ficasse restrita apenas a uva e sim ocorresse em associação com diferentes frutas, ocasionando assim, pesquisas sobre novos processos para a fabricação de bebidas fermentadas de frutas. (DIAS *et al.*, 2003 apud FAGUNDES *et al.*, 2015).

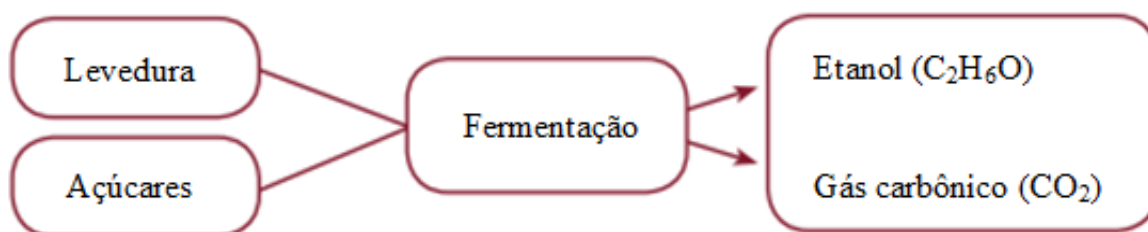
A partir desta evolução, outras frutas começaram a ser utilizadas para a produção do fermentado, como por exemplo, o caju. Cada fruta possui características próprias, porém, ao realizar-se todas as correções necessárias que o mosto precisa, como a adição de nutrientes para as leveduras, torna-se possível a fermentação (MUZIZ *e. al.*, 2002; VENTURINI, 2010 apud FAGUNDES *et al.*, 2015).

O processo biológico que utiliza basicamente os açúcares, como glicose, frutose e sacarose, para a conversão em energia celular juntamente com a produção de etanol (C_2H_6O) e gás carbônico (CO_2) é chamado de fermentação alcoólica como se pode observar na Figura 1 (OUGH, 1992 apud FAGUNDES *et al.*, 2015). Pois o processo pode ocorrer sem a adição do microrganismo comercial. A adição da levedura é feita com o intuito de propiciar uma fermentação uniforme, rápida e com alto rendimento na produção de etanol (SILVA, JESUS e COUTO, 2007). Alguns produtores afirmam que a fermentação espontânea (sem adição de

levedura comercial) produz bebidas de qualidade bem mais elevada, com mais aroma e corpo (FILHO, 2016).

Que por sua vez se divide em três fases: a preliminar ou pré-fermentação (fase lag), identificada como a adaptação da levedura; já a fase da fermentação principal (fase exponencial) é reconhecida pelo alto desprendimento de gás e produção de etanol; e a última fase é a complementar ou pós-fermentação (fase estacionária), onde se observa a brusca redução da atividade fermentativa (CLETO e MUTTON, 2004), como se pode observar na Figura 2.

Figura 1 – Processo simplificado da fermentação alcoólica.



Fonte: Adaptada de BRUCH (2012).

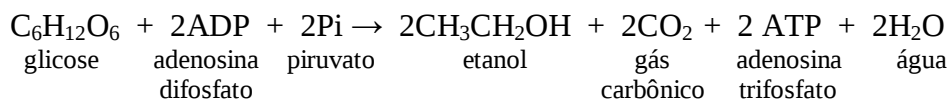
Figura 2 – Fases do processo de fermentação alcoólica.



Fonte: Adaptada de <http://www.essaseoutras.com.br/fisiologia-e-crescimento-bacteriano-resumo/>

A fermentação alcoólica é um processo gerador de ATP como se pode observar na reação abaixo, onde a ADP e o Pi são utilizados para a formação de moléculas de ATP e H₂O. A molécula de ATP é formada e permanece por sua vez nas ligações químicas dos produtos finais como o etanol. As moléculas de piruvato são responsáveis também pela produção do

etanal (C₂H₄O) e gás carbônico. Posteriormente, o etanal é reduzido a etanol por ação da enzima álcool desidrogenase (FILHO, 2016).



Outros compostos orgânicos como ésteres, aldeídos, alcoóis superiores e ácidos orgânicos também são produzidos em menores concentrações durante o processo de fermentação, sendo responsáveis pelos aromas e sabores da bebida desejáveis quando presentes em baixas concentrações. As *Saccharomyces* apresentam algumas características indesejadas, como a formação de espuma e produção de ureia que, ao ser transformado em carbamato de etila, tem ação tóxica ao organismo humano (FILHO, 2016).

Na presença de oxigênio uma parte dos açúcares é convertida em biomassa, gás carbônico e água (OLIVEIRA, 2011). A falta de controle da temperatura durante o procedimento pode acarretar reações indesejáveis e uma suposta alteração no rendimento e qualidade do produto final, pelo fato dos microrganismos serem sensíveis a grandes variações de acidez e temperatura (SILVA, JESUS e COUTO, 2007). O controle da temperatura proporciona um grau alcoólico maior, pela baixa evaporação, maior intensidade aromática e menor acidez volátil (FILHO, 2016).

O processo de fermentação do fermentado de caju com a adição da levedura comercial dura em média 60 horas, em contrapartida o processo sem a levedura comercial dura de 3 a 4 meses. Comumente, o processo de produção do fermentado segue uma série de etapas, começando pela obtenção do fruto, seleção, extração do suco, caracterização físico-química, clarificação, sulfitação e adição de nutrientes, chaptalização, fermentação, filtração, engarrafamento, pasteurização, armazenamento e análises físico-químicas do fermentado, até a análise sensorial (CARMO, *et al.*, 2007).

3.3.1 Fermentado de Caju

O fermentado de fruta é uma bebida que pode ser obtido por meio da fermentação alcoólica do suco integral ou concentrado, podendo ocorrer à adição de água, ao mosto de fruta sã. Dentre tantas classificações atribuídas ao fermentado, pode-se destacar a que toma como base o teor de açúcar por litro, presente no fermentado, conforme é apresentado na Tabela 1 (BRUCH, 2012).

Tabela 1 – Classificação do fermentado através do teor de açúcar.

Classificação do vinho pelo teor de açúcar	Quantidade de açúcar por litro
Seco	Até 5 g/L
Meio-seco	De 5g/L a 20 g/L
Suave	Acima de 20 g/L

Fonte: Decreto n. 99.066/1990, Art. 72.

A quantidade de açúcar por litro é a grandeza medida após a fermentação do mosto do caju, que consiste no que restou de açúcar presente. Em alguns casos para que o fermentado esteja dentro dos valores da legislação, adiciona-se açúcar após a fermentação (BRUCH, 2012).

Por meio de dados obtidos por NETO *et al.* (2006), o fermentado de caju apresentou teor alcoólico de 11,5%, pH final de 3,5, gravidade específica de 3,6 °Brix e o odor característico do caju. Segundo dados de pesquisa obtidos por PIRES *et al.* (2016), o fermentado possuiu 8% de álcool, 3,5 o pH e gravidade específica de 12° Brix.

LEITE *et al.* (2013), conseguiram alguns resultados das análises físico-química da bebida fermentada de caju + umbu-cajá, como ART, gravidade específica, teor de etanol e pH, as quais foram 0,33 g/L (caracterizando assim seu fermentado do tipo seco), 5,90 °Brix, 10,7% e 4, respectivamente.

3.4 ANÁLISE SENSORIAL

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993 apud TEIXEIRA 2009) a análise sensorial é uma matéria científica utilizada para medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais através da visão, olfato, tato, paladar e audição. Realizada assim, por uma equipe montada para analisar as características do produto para um determinado fim. Podendo analisar o sabor, aparência, cor e aroma, como no caso dos fermentados (TEIXEIRA, 2009).

A aparência consiste na primeira impressão da qualidade do produto, onde essa percepção visual permite a observação de cor, forma, tamanho, movimento, contraste e etc, pode assim ocasionar a influência na percepção do aroma, gosto, sabor e textura do alimento. A textura é caracterizada como um conceito mais complexo, sendo a percepção de estímulo, através de mãos, dedos, lábios, língua, mandíbula e mucosa oral, provocadas pelas propriedades geométricas de partículas (FILHO, 2011).

O gosto é o sentido do paladar que está diretamente associado a 4 (quatro) qualidades básicas: salgado, amargo, doce e azedo, caracterizado como um fenômeno químico, pelo fato de depender de interações de compostos químicos com os receptores sensoriais localizados na superfície da língua. Já o aroma é a percepção olfativa de alimentos e bebidas (FILHO, 2011).

As propriedades sensoriais dos alimentos favorecem a fidelidade e aceitação do consumidor a um particular produto, visto que o mercado tem se tornado cada vez mais exigente (TEIXEIRA, 2009). Sendo assim, a análise sensorial pode ajudar os produtores nas reformulações do seu produto, permitindo caracterizá-lo e, se for o caso, modificá-lo. Essas alterações podem ser feitas tanto no processo quanto nas receitas (NORONHA, 2003).

Assim, podem-se listar dois tipos de teste de análise sensorial, onde uma delas é o teste da escala hedônica, onde o indivíduo expressa o grau de gostar ou de desgostar do produto analisado, sendo analisada a qualidade de forma geral ou específica. As escalas mais usuais vão de 7 a 9 pontos, as quais incluem termos que vão desde “gostei muitíssimo” até “desgostei muitíssimo” (LUTZ, 2008).

Outro teste utilizado é o teste de preferência, onde o indivíduo manifesta sua propensão em relação ao produto que lhe é oferecido. Essa análise pode ainda ser dividida em duas partes, conhecidas como teste de ordenação-preferência, onde uma série de amostras é exposta para que seja ordenado em conformidade com a preferência do julgador, e o teste de comparação pareada, onde são exibidas amostras para serem comparadas pelo indivíduo em relação a seu favoritismo (LUTZ, 2008).

Ao realizar a análise sensorial do produto, analisam-se quesitos como cor, sabor, aroma e aparência, no caso da análise sensorial deste trabalho através da adaptação de uma tabela de LUTZ (2008). Avalia-se também a opinião do provador em relação a compra do produto, variando de “Eu certamente compraria este produto” a “Eu certamente não compraria esse produto”. Por fim, realiza-se uma avaliação geral do produto atribuindo nota de 0 a 10, como se pode ver no apêndice deste trabalho com maior clareza.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Apresentando como principal propósito a redução do índice de desperdício de caju na região do alto oeste potiguar, o estudo intenciona a produção do fermentado de caju na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Campus Pau dos Ferros, tendo como primeira etapa a análise físico-química do fruto colhido na região com o intuito de qualificar a capacidade produtiva do mesmo em relação à produção do fermentado alcoólico. Esse estudo baseou-se em duas técnicas distintas de fermentação. A primeira consiste na adição de leveduras comerciais ao mosto a ser fermentado e a segunda acontece por ação das leveduras selvagens que estão presentes na natureza em quase todas as plantas e nas cascas e nos frutos produzidos por elas.

4.1 PRODUÇÃO DO FERMENTADO DE CAJU (FERMENTAÇÃO FORÇADA)

O processo de fermentação forçada com adição de leveduras (fermentação tipo 1) consiste em: obtenção e seleção dos frutos, descastanhamento, extração do suco, caracterização físico-química do caju, clarificação, sulfitação e adição de nutrientes, chaptalização, fermentação, filtração, engarrafamento, pasteurização, armazenamento e, análises físico-químicas (CARMO *et al.*, 2007).

4.1.1 Obtenção dos frutos

Inicialmente foi realizada a colheita dos frutos, sendo escolhidos aqueles menos favorecidos (que não possuíam valor agregado ao mercado) e que iriam se encaixar nos índices de desperdício. Posterior à colheita, realizou-se a caracterização físico-química do fruto. A Figura 3 mostra o cajueiro onde foi realizada a colheita, situado no sítio Lagoinha / Pau dos Ferros – RN e a Figura 4 ilustra os frutos colhidos.

Figura 3 – Cajueiro onde foram colhidos os frutos para a pesquisa.



Figura 4 – Cajus colhidos.



4.1.2 Seleção dos frutos, Descastanhamento e Extração do suco.

O processo de seleção dos frutos tem como finalidade a retirada de caju que estejam bastante machucados ou verdosos (Figura 5), pois essas características podem influenciar a qualidade final do produto. Após seleção dos frutos e lavagem dos mesmos, realiza-se o processo de descastanhamento, que consiste na retirada da castanha-de-caju, como se observa na Figura 6, pelo fato de que a mesma não entra no processo de produção do suco de caju. Para concluir esta etapa inicial efetua-se a produção do suco livre de fibras (Figura 7) através do processamento do pedúnculo do caju com o auxílio de um liquidificador e uma peneira domésticos. Foi obtido como produto final desta etapa inicial para o processo de fermentação o suco natural de caju.

Figura 5 – Frutos selecionados após colheita.



Figura 6 – Castanha-de-caju proveniente do descastanhamento do fruto.



Figura 7 – Suco natural de caju obtido a partir do processamento do pedúnculo.



4.1.3 Caracterização Físico-Química do caju

A partir do suco natural do caju foi realizada a caracterização físico-química do mesmo, onde foi analisado o pH, por meio de um pHmetro (Marca PHmeter; Modelo JK-PHM-005), Figura 8. Aferiu-se o equipamento com a solução tampão pH = 7,00 e pH = 4,0. Cerca de 50 mL da polpa do fruto foi analisada, com o objetivo de determinar as condições do meio para o bom desenvolvimento do microrganismo, ou seja, verificar se o caju possui um pH que encontra-se na faixa ideal de $4,5 \pm 0,5$. Ao termino de cada análise, foi realizada a lavagem do eletrodo com água destilada e secagem cuidadosamente. Em seguida, colocava-se o eletrodo dentro do recipiente contendo água destilada, até a realização da próxima análise (CARMO *et al.*, 2007).

Após esse processo, executa-se a determinação da acidez, pelo método da titulação volumétrica de neutralização, observada na Figura 9, que indica a quantidade de ácido acético vigente no meio (CARMO e SWARNAKAR, 2006). Onde se pipetou para o erlenmeyer 2 mL da amostra da polpa do fruto, 2 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína, promovendo a agitação posteriormente. Titulou-se com a solução de hidróxido de sódio (NaOH) até o ponto de viragem e anotou-se o volume gasto na titulação para os cálculos da acidez por meio da Equação 1 (CARMO *et al.*, 2007).

$$A(g/100mL) = \frac{N_b \times V \times M_{CA}}{V_A} \times 100 \quad (1)$$

Fonte: CARMO *et al.* (2007)

Onde:

$A(g/100mL)$ – Concentração de ácidos totais expresso em porcentagem de ácido acético (g/mL).

N_b - Normalidade da base utilizada na titulação (NaOH - 0,01).

V – Volume consumido da base (mL).

M_{CA_-} – Miliequivalente-grama do ácido acético (0,06).

V_A - Volume utilizado da amostra (mL).

Por último, verificou-se o valor da gravidade específica por meio do refratômetro (Marca Atago; Modelo Pocket Refractometer PAL-1), Figura 10. O princípio de funcionamento do refratômetro é através da refratometria, que consiste no desvio de um raio de luz ao penetrar em um meio líquido, onde a alteração na direção é a medida em graus para obtenção do ângulo de refração. Onde com algumas gotas da amostra o refratômetro realiza as medições da concentração de açúcares (BRASEQ, 2011).

Essa medida é de fundamental importância, pois quantifica os sólidos totais, incluindo os açúcares inicialmente presentes no mosto (1 °Brix = 1 g de açúcar por 100 mL de mosto) e dá informação sobre o final da fermentação ao estabilizar o valor da gravidade específica e, conseqüentemente, o final do consumo dos açúcares pela levedura.

Figura 8 – pHmetro.



Figura 9 – Equipamentos utilizado para obtenção da acidez titulável.



Figura 10 – Refratômetro.



4.1.4 Clarificação

Uma prática fundamental que foi realizada antes do processo de fermentação é a clarificação do mosto, tendo como objetivo eliminar partículas que possam reproduzir características prejudiciais ao fermentado, pelo fato desta etapa conduzir à diminuição dos compostos considerados indesejáveis ao passo que auxilia a formação de outros que aumentam a qualidade do fermentado. Nos fermentados não clarificados a presença de álcoois superiores é elevada e confere indelicadeza ao produto (FILHO, 2016).

A clarificação consiste na adição de uma solução de gelatina a 10% (comercial, incolor e inodora – Dr. Oetker) como clarificante (Figura 11), na fração de 3 g/litro de suco,

submetendo assim, a polpa de caju ao processo de clarificação, cuja finalidade é a retirada da pectina presente no suco, que caso permaneça no mesmo durante a fabricação do fermentado, pode originar o metanol que tem a capacidade de deixar o fermentado impróprio ao consumo. Após a mistura, o mosto é guardado na geladeira durante 24 horas. Após esse tempo, realiza-se a filtração leve e cuidadosa da pectina e gelatina aderidas com auxílio de uma peneira convencional (CARMO *et al.*, 2007).

Somente após a realização da análise dos álcoois superiores é possível liberar a bebida ao público externo para consumação em quantidades maiores, como forma de prevenção de substâncias tóxicas estarem presentes em quantidades superiores ao limite.

Figura 11 – Gelatina utilizada no processo de clarificação.



4.1.5 Sulfitação e adição de nutrientes

A etapa de sulfitação consiste basicamente na desinfecção do mosto, utilizando o Metabissulfito de Potássio ($K_2S_2O_5$) (Marca Cinética), tendo como objetivo eliminar fenômenos indesejáveis, como por exemplo, o escurecimento do mosto. Neste fermentado não foi necessária a adição da substância, pois foi realizado o controle de temperatura que evita o escurecimento do mosto também.

Já a incorporação dos nutrientes (fósforo e nitrogênio) tem como objetivo suprir as necessidades da levedura são adicionados na forma de fosfato de potássio (KH_2PO_4) (Marca Vetec) e sulfato de amônios $[(NH_4)_2SO_4]$ (Marca Impex). Para o nosso fermentado, só foi

necessário a adição do sulfato de amônio (fonte de nitrogênio), na proporção de 0,2 gramas por litro de mosto, pois o caju já é uma boa fonte do nutriente fósforo (CARMO *et al.*, 2007).

4.1.6 Chaptalização

A etapa da chaptalização significa basicamente na adição (açúcar comercial) da sacarose ao mosto. Tomando como base o valor da gravidade específica (°Brix) do mosto, realiza-se o cálculo da quantidade de sacarose necessária a ser adicionada, por meio das equações 1 e 2, onde a adição pode ser realizada em duas partes, com o intuito de não fornecer para a levedura alta quantidade de açúcar de uma só vez.

No fermentado de caju foram realizadas duas fermentações, uma com a divisão do processo de chaptalização em duas partes e outra com apenas uma etapa, porém, devido a quantidade de açúcar a ser adicionada não ser tão alta, não tivemos a desativação da levedura e a fermentação aconteceu normalmente com a chaptalização realizada em apenas uma parte. A etapa de chaptalização definirá o produto quanto a sua graduação alcoólica e, conseqüentemente, se estará dentro da legislação brasileira (BRASIL, 2009).

O cálculo da quantidade de açúcar a ser adicionada se dá por meio das Equações 2 e 3.

$$SACAROSE (g/L) = (°Brix lido \times 10,13) + 1,445 \quad (2)$$

$$Açúcar a adicionar = (220 - SACAROSE) \times (quantidade de litros do mosto) \quad (3)$$

Fonte: CARMO e SWARNAKAR (2006).

4.1.7 Fermentação

A etapa de fermentação consiste na adição do microrganismo *Saccharomyces cerevisiae* (comercial, Fleischmann), Figura 12 na proporção de 20 g/L de mosto. O fermento utilizado é o mesmo usado na panificação e entra no processo com o objetivo de acelerar a fermentação, transformando o açúcar em etanol mais rapidamente, pois no momento em que o fermento é inoculado no mosto, inicia-se o processo de fermentação (CARMO *et al.*, 2007).

A ativação da levedura antes de incorporá-la ao mosto, utilizando um pouco de água aquecida e resfriada a temperatura ambiente previamente juntamente com uma pequena porção do mosto (Figura 13) com o objetivo da multiplicação das leveduras (Figura 14) a serem inoculadas no mosto, como também o fortalecimento da sua parede celular. Durante o processo de fermentação alcoólica realiza-se o controle de temperatura. Para o fermentado deste trabalho, foi utilizada a temperatura de 19 °C.

O processo de fermentação acontece em um reator do tipo batelada, Figura 15, no qual todos os reagentes são introduzidos de uma só vez e são utilizados para produção em pequena escala. Esta fermentação foi avaliada a cada 4 horas, como forma de obter a cinética fermentativa que representa o processo.

Figura 12 – Fermento comercial utilizado na etapa de fermentação alcoólica.



Figura 13 – Início da ativação da levedura.



Figura 14 – Multiplicação das células presentes na levedura.



Figura 15 – Reator do tipo batelada utilizado para realização da fermentação alcoólica.



4.1.8 Filtração

Anterior à filtração em si, o fermentado é passado na centrífuga (Marca Quimis), em rotação máxima de 10 rpm, durante 15 minutos, com o intuito de retirar-se mais grosseiramente a levedura, que ficará depositada no fundo dos tubos *falcons*. Ao passar pela centrífuga, o fermentado de caju é colocado no sistema de filtração a vácuo, que consiste em um kitassato de 1000 mL acoplado a uma bomba a vácuo (Marca New Pump) por meio de

uma mangueira de conexão e a um funil de porcelana com papel filtro (Marca Nalgon) como na Figura 16, que realiza a retirada da levedura de forma mais precisa.

Figura 16 – Sistema de filtração a vácuo utilizado para retirada da levedura.



4.1.9 Engarrafamento, Pasteurização e Armazenamento

O engarrafamento é a etapa subsequente à filtração. Nessa etapa, o produto final (fermentado) é engarrafado em garrafas apropriadas, previamente limpas e sanitizadas. Posteriormente, realiza-se a pasteurização, que consiste em um “choque térmico” aplicado na garrafa, que tem como objetivo matar quaisquer resquícios de microrganismos que permaneçam no fermentado após a fermentação alcoólica. Para tal, esquentase a garrafa em banho-maria (Marca Nova Instruments), a 65°C durante 30 minutos (Figura 17) e o choque térmico é realizado com o resfriamento da garrafa em um recipiente contendo água fria ou em água corrente (CARMO *et al.*, 2007).

Finalizada a pasteurização, realiza-se o armazenamento das garrafas de forma horizontal (Figura 18), pois esta posição evita a oxigenação e, conseqüentemente, a transformação do fermentado em vinagre, permitindo também a alimentação da rolha pelo fermentado (CARMO *et al.*, 2007).

Figura 17 – Aquecimento da garrafa.



Figura 18 – Armazenamento.



4.1.10 Caracterização físico-química do fermentado de caju

Passadas todas as nove etapas elencadas anteriormente, são efetuadas algumas análises como, ART, teor alcoólico e extrato seco. O ART é analisado pelo método do DNS (Figura 19) que representa a verificação de todos os açúcares convertidos em etanol durante o processo de fermentação.

Primeiramente coloca-se 1 mL de cada amostra filtrada anteriormente, diluindo as mesmas com certa quantidade de água destilada, dependendo da necessidade de cada, nos tubos de ensaios duplicados para cada amostra. Denomina-se um tubo de ensaio como BR e no mesmo só será adicionado 1 mL de água destilada. Adiciona-se então 1 mL do ácido DNS em todos os tubos de ensaios e realiza a agitação dos mesmos.

Aquecem-se então os tubos a 100 °C (em banho-maria) por exatos 5 minutos, posterior a esta etapa realiza-se o resfriamento dos tubos com água fria por 5 minutos. Adiciona-se então 8 mL de água destilada em cada tubo de ensaio seguido da agitação dos mesmos. A

leitura da absorbância de cada tubo foi realizada em um espectrofotômetro (Marca PG Instruments; Modelo T80+ UV/VIS), Figura 20, em um comprimento de onda de 540 nm.

A conversão da absorbância lida em ART se dá por meio de utilização da curva de calibração da Glicose, que consiste em um procedimento semelhante ao realizado com a amostra, porém neste caso realiza-se a leitura da absorbância de amostras em diferentes concentrações de glicose. Através dos dados, traça-se o gráfico (concentração; absorbância) e utiliza-se a Equação 4 para transformação.

$$\text{Concentração (g/L)} = \frac{(abs-b)}{a} \quad (4)$$

Onde:

Abs = Absorbância lida pelo refratômetro.

b = Coeficiente linear da curva de calibração da glicose.

a = Coeficiente angular da curva de calibração da glicose.

O teor alcoólico é determinado, de forma aproximada, por meio da Equação 2 empírica, onde o fator de 0,134 é uma constante para correção das medidas. Foi utilizada uma ferramenta computacional, Figura 21, para fazer a correção da leitura de gravidade específica na presença de álcool e assim conseguir os valores de gravidade específica inicial (OG) e final (FG) para ser utilizado na Equação 6.

O extrato seco ou resíduo seco da bebida é obtido por meio da evaporação e secagem (na estufa), tendo como objetivo avaliar o comportamento da levedura durante a fermentação alcoólica. Transfere-se 20 ou 25 mL da amostra para cápsulas metálicas aquecidas previamente em estufa (100 ± 5) °C (Marca Solab), por uma hora, resfriada em dessecador e pesada posteriormente. Realiza-se a evaporação em banho-maria fervente (Figura 22), até que o resíduo tenha uma aparência seca. Aquece-se o resíduo em estufa (100 ± 5) °C, por 1 hora, resfriado em dessecador e pesado. Onde esta operação é repetida até constância de peso. O cálculo do extrato seco é realizado por meio da Equação 5.

$$\text{Extrato seco} = \frac{1000 \times N}{V} \quad (5)$$

Fonte: LUTZ (2008).

Onde:

N = Massa em gramas do resíduo.

V = Volume da amostra em mL.

Figura 19 – Execução da análise do ART.

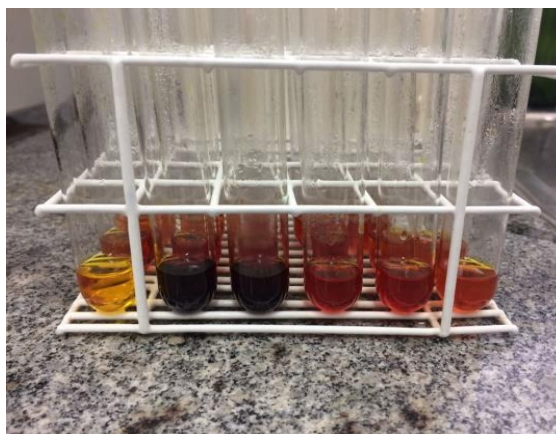


Figura 20 – Espectrofotômetro utilizado na medição da absorbância.



Figura 21 – Ferramenta computacional utilizada para obtenção do teor alcoólico.

onebeer.net homebrewing...beer... and more...

HOME BREWSTAND EQUIPMENT GADGETS HOW TO'S

Refractometers are a great way to sample gravity, however once alcohol is created during fermentation they will require a few calculations to correct the reading. The calculators below will convert Original Brix to Original Gravity (pre fermentation only) and will convert Original/Final Brix to Final Gravity and ABV% (during and post fermentation) *without the need to use a hydrometer*. Formulas source is [Primetab](#) and [Realbeer](#).

Brix to Specific Gravity
Enter Brix:
 Specific Gravity:

Corrected Final Gravity & ABV% by Brix
Enter Original Brix: Enter Final Brix:

Final Gravity: Index of Refraction:
Alcohol By Weight%: Alcohol By Volume%:

RECOMMENDED SUPPLIER
4 ALL THINGS BREWING

MoreBeer!
Everything Everything For Beer-Making

ABOUT ONEBEER
HOME BREWING LINKS
How to Brew, Palmer
The Brewing Network
Brew Your Own
The Homebrew Chef
Morebeer
The Brewing Network

Fonte: <http://onebeer.net/refractometer.shtml>

$$ABV = (OG - FG) * 0,134 \quad (6)$$

Figura 22 – Fermentado submetido à evaporação para a execução da análise do extrato seco.



4.2 PRODUÇÃO DO FERMENTADO DE CAJU (FERMENTAÇÃO ESPONTÂNEA)

O processo de produção do fermentado de caju por meio da fermentação espontânea (fermentação tipo 2) ocorre de forma natural, sem adição de leveduras comerciais no mosto previamente preparado. Isto é possível devido ao fato das leveduras estarem presentes na natureza em quase todas as plantas e, conseqüentemente, nas cascas e nos frutos produzidos por elas.

A estes microrganismos dá-se o nome de “leveduras selvagens”. Porém, o processo fermentativo, apesar de ocorrer normalmente, é bem mais lento devido à baixa quantidade destes microrganismos e podem ocorrer algumas variações nos compostos liberados durante a fermentação como consequência dos vários tipos diferentes de leveduras participando da fermentação.

Portanto, este processo resume-se basicamente à etapa de chaptalização, que é caracterizada pela adição da sacarose ao mosto. Partindo da verificação do valor da gravidade específica e subsequentemente adicionando a quantidade de sacarose necessária, chega-se a um percentual de álcool almejado no processo. Foi realizado também o controle de temperatura. Para a fermentação espontânea, a qual permaneceu em 19 °C.

Durante o procedimento fermentativo, coloca-se o mosto em um vasilhame com uma mangueira acoplada para saída do CO₂ liberado e guarda-se o mesmo em local escuro para que a luz não interfira na fermentação (Figura 23). Depois de concluído essa etapa, realiza-se

a filtração com o auxílio do sistema a vácuo, com o intuito de deixar o fermentado o mais límpido possível. Logo após, faz-se o engarrafamento em garrafas convencionais e posteriormente efetua-se a pasteurização e armazenamento das mesmas.

Figura 23 – Local onde é realizada a fermentação espontânea.



Durante o processo de fermentação espontânea, não foi realizada a cinética química para não perturbar o sistema, o qual necessita de condições de temperatura e proteção contra claridade. Com o produto final em mãos é efetuada a análise do teor alcoólico, obtido por meio da ferramenta computacional one beer.

Por fim realizou-se então a análise sensorial dos dois tipos de fermentados, cujo objetivo principal é a obtenção dos índices de aceitação dos mesmos, tendo como provadores um público bem diversificado em níveis de escolaridade, por exemplo.

4.3 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial consiste na seleção de pessoas (neste trabalho foram selecionadas 20 pessoas) com afinidade ou não com este tipo de bebida, onde as mesmas realizam a avaliação da cor, sabor, aroma e aparência dos fermentados produzidos, através de estímulos que consistem na manifestação de uma quantidade de energia localizada nos órgãos dos sentidos impressionando os receptores sensoriais. A resposta de um provador pode ser induzida por outro provador, por esse fato os provadores devem estar separados (FILHO, 2011).

Diversos fatores auxiliam os provadores, como por exemplo, boa memória, condições ambientais, concentração, bom estado de saúde, dentre outros (FILHO, 2011). A análise sensorial consiste na última etapa do processo, que apresenta as características em escala hedônica e expressa a opinião do provador em relação ao produto e a compra do mesmo. Por fim, foi analisado de modo geral o índice de aceitação do produto final, a ficha utilizada para a avaliação sensorial do fermentado de caju deste trabalho consta no apêndice do mesmo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO CAJU

No trabalho vigente foi realizado a produção de um fermentado de caju por duas técnicas distintas. As pesquisas foram realizadas nos laboratórios de Química Geral e Aplicada do Campus Pau dos Ferros da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como descrito na metodologia do trabalho, onde o primeiro passo foi a caracterização físico-química do caju. A Tabela 2, mostra os resultados para a polpa do caju obtido na região do oeste potiguar e os padrões de identidades do MAPA (2000).

Tabela 2 - Caracterização físico-química do caju e padrões de identidade para a polpa do caju.

Análise	Dados da pesquisa	Valores literatura (*)
Gravidade específica	13 °Brix	10 °Brix
pH	4,48	4,6
Acidez	0,255 g/100mL	0,300 g/100mL

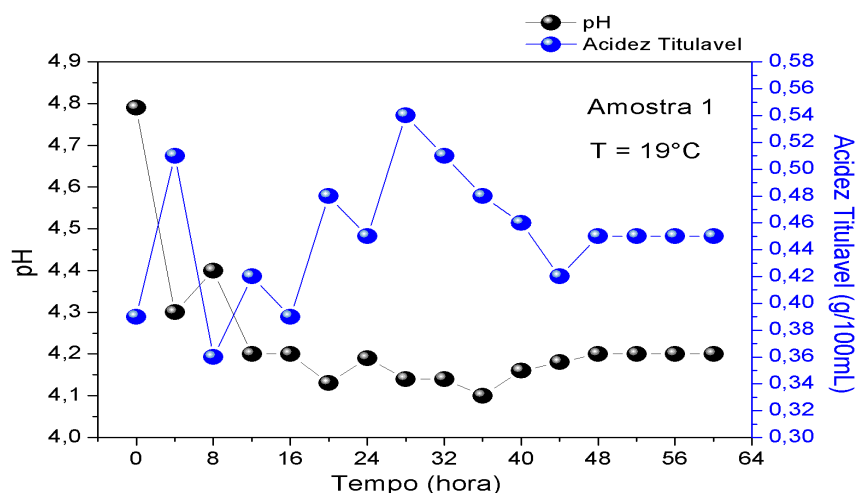
Fonte: Elaborada pela autora e (*) MAPA (2000)

Analizando os resultados na Tabela 2, pode-se verificar que o resultado das três análises apresentam valores bem aproximados aos da legislação do MAPA. A primeira análise, a gravidade específica, mostra que a fruta obtida na região apresenta um bom teor de açúcar, trazendo assim mais benefícios na utilização da mesma para a obtenção de produtos alternativos, como o fermentado de caju.

5.2 FERMENTAÇÃO FORÇADA

O processo de fermentação alcoólica foi acompanhado durante um período de aproximadamente 60 horas, onde a cada 4 horas foram colhidas amostras do fermentado (cerca de 40 mL) e armazenadas em geladeira, onde posteriormente foi realizada a caracterização dos dados. Além disso, nestes intervalos foram imediatamente analisados a gravidade específica, pH, acidez titulável e temperatura com o intuito de sempre manter o mosto nas condições ideais para a levedura atuar. A amostra 1 consiste justamente no produto obtido por meio da fermentação forçada. A Figura 24 abaixo, nos mostra as curvas de duas análises que foram acompanhadas durante a fermentação, o pH e acidez titulável.

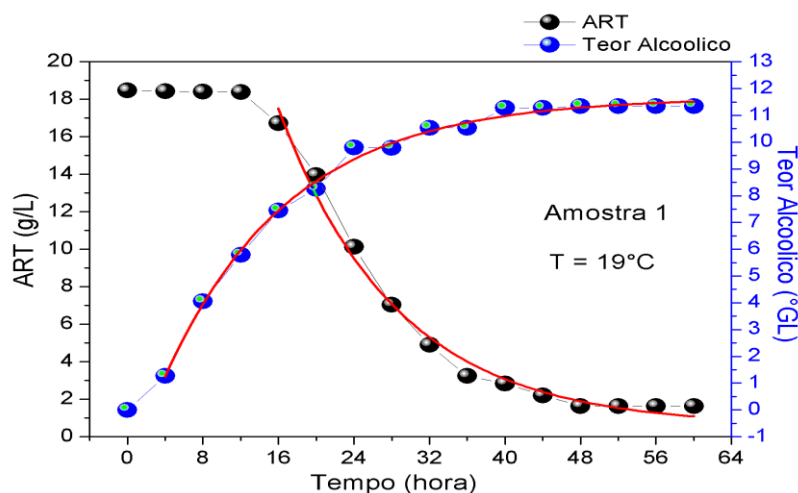
Figura 24 – Análise do pH e acidez titulável do fermentado de caju por meio da cinética química.



Na Figura 24, observa-se que a medida que o pH decai, particularidade da produção de ácidos durante o processo fermentativo, o valor da acidez total aumenta, fato este já esperado durante a fermentação alcoólica, já que durante a produção do etanol outros compostos são sintetizados, obtendo assim um pH final de aproximadamente 4,2, bem próximo do encontrado por LEITE *et al.* (2013) que foi de 4,0. Onde se observa que o fermentado produzido, manteve-se dentro da faixa adequada ($4,5 \pm 0,5$) para o desenvolvimento da levedura durante todo o processo (CARMO *et al.*, 2007).

A Figura 25 apresenta os resultados das análises realizadas com as amostras recolhidas durante a fermentação. Nesta, é possível avaliar o comportamento de ART e teor alcoólico em cada instante durante a cinética.

Figura 25 – Análise do ART e teor alcoólico do fermentado de caju.



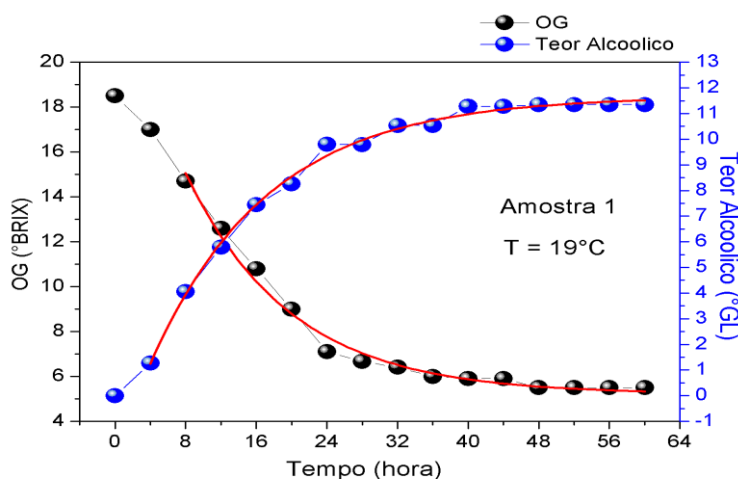
Na Figura 25, observa-se que a curva da análise de ART apresenta três fases da fermentação, a fase lag, de 0 ao 12h, a fase exponencial de 12 a 48h e a fase estacionária de 48 a 60h. No tempo 60 h foi obtido o ART final de aproximadamente 1,64 g/L, tendo assim um fermentado do tipo seco, mesmo tipo de fermentado encontrado por LEITE *et al.* (2013), que obtiveram uma concentração final de açúcares redutores de 0,33 g/L, segundo o DECRETO DO VINHO, o fermentado é classificado como do ‘tipo seco’.

A curva do teor alcoólico possui um comportamento crescente demonstrando que esses açúcares estão realmente sendo convertidos em etanol. Enquanto o teor alcoólico final do fermentado deste trabalho foi de 11,4%, NETO *et al.* (2006) produziram um fermentado com teor alcoólico de 11,5% e PIRES *et al.* (2016) e LEITE *et al.* (2013) obtiveram concentrações de 8 e 10,7% respectivamente. Estes resultados obtidos estão todos dentro dos parâmetros da legislação brasileira (BRASIL, 2009) que afirma que o fermentado é uma bebida com graduação alcoólica entre 4 e 14% em volume.

Pode-se observar que no trabalho desenvolvido por PIRES *et al.* (2016), o teor alcoólico encontrado foi de 8%, inferior aos encontrados e citados anteriormente. Esse valor pode ser entendido através da quantidade de açúcares presentes no mosto, como também a possível falta de ativação da levedura antes da inoculação e falta de controle de temperatura, sendo que um mosto pobre em açúcar resultará em fermentados com baixa graduação alcoólica, e vice versa. Com isso, se pode concluir que, o mosto deste trabalho era rico em açúcares, produzindo então um fermentado com uma alta graduação alcoólica de 11,4%.

Na Figura 26, é possível observar a comparação das curvas de gravidade específica e teor alcoólico, ambas obtidas durante a cinética fermentativa.

Figura 26 – Análise da gravidade específica e teor alcoólico do fermentado de caju.



Nesse gráfico, é possível observar o comportamento oposto das duas curvas, ou seja, a medida que a curva da gravidade específica decai exponencialmente, a curva do teor alcoólico cresce exponencialmente, demonstra justamente o resultado almejado durante o processo.

A gravidade específica mede justamente todos os açúcares presente no mosto, seja eles conversíveis ou não em etanol. Neste trabalho foi obtido uma concentração final de 5,5 °Brix, já NETO *et al.* (2006), PIRES *et al.* (2016) e LEITE *et al.* (2013) chegaram a concentrações finais de 3,6, 12 e 5,9 °Brix respectivamente. A medida que o tempo passa, o microrganismo realiza seu trabalho de consumir açúcares e transforma-los em etanol, como observado acima e, consequentemente, observa-se que o baixo teor final de açúcares presentes no fermentado, implica em uma maior concentração de etanol no mesmo.

5.3 FERMENTAÇÃO ESPONTÂNEA

Como no processo da fermentação espontânea não realizam a cinética química (para não interferir nas condições ideais necessárias ao processo), foram realizadas apenas as medições da gravidade específica inicial e final, bem como também o teor alcoólico inicial. Esses dados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análises físico-químicas do fermentado de caju no processo de fermentação espontânea.

Análise		Inicial	Final
Gravidade	específica	18°Brix	5,2 °Brix
(°Brix)			
Teor alcoólico (%)		0	11,3

O comportamento decrescente entre a análise inicial e final da gravidade específica mostra de forma clara a transformação dos açúcares em etanol pelo processo de fermentação espontânea, enquanto o crescimento do teor alcoólico do fermentado complementa o resultado da gravidade específica, mostrando que durante o processo essas análises tiveram o comportamento esperado.

Foi realizado, na fermentação espontânea, o controle de temperatura do ambiente em que a fermentação estava acontecendo, onde a temperatura permaneceu em 19 °C. Em outro trabalho foi realizado a fermentação espontânea sem o controle de temperatura e conclui-se que ao realizar o controle de temperatura do ambiente obtém-se um fermentado com teor alcoólico mais elevado. Como consequência, o fermentado produzido sem o controle de

temperatura obteve um tipo meio seco, enquanto àquele com controle de temperatura foi classificado como seco, justamente pelo fato de que quanto mais açúcares forem consumidos durante o processo, menos restará no produto final.

5.4 ANÁLISE SENSORIAL

5.4.1 Fermentação Forçada

No primeiro questionamento da ficha da análise sensorial, que consta como apêndice deste trabalho, os provadores analisaram características de cor, sabor, aroma e aparência da amostra 1 do fermentado produzido por meio da fermentação forçada, como podemos observar nas Figuras 27, 28, 29, 30.

Figura 27 – Análise da cor da amostra 1.

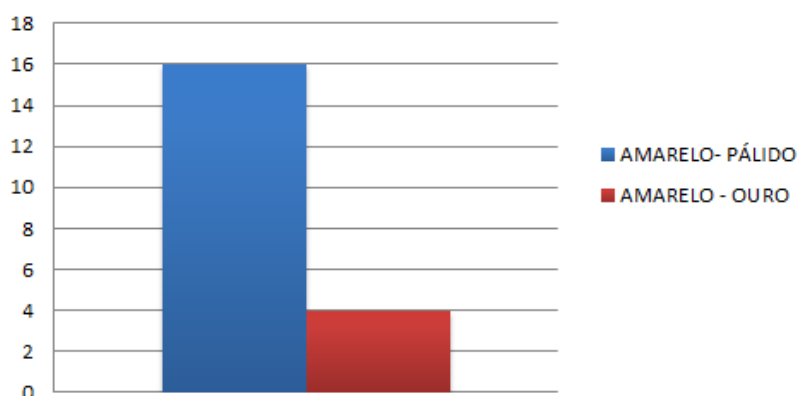


Figura 28 – Análise do sabor da amostra 1.

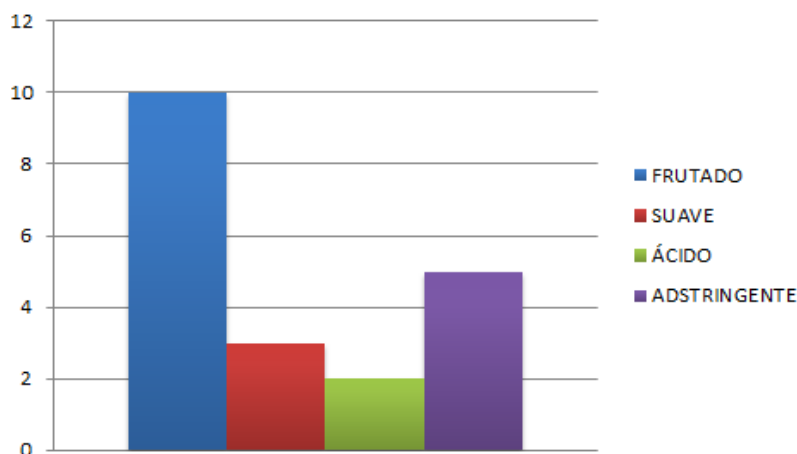


Figura 29 – Análise do aroma da amostra 1.

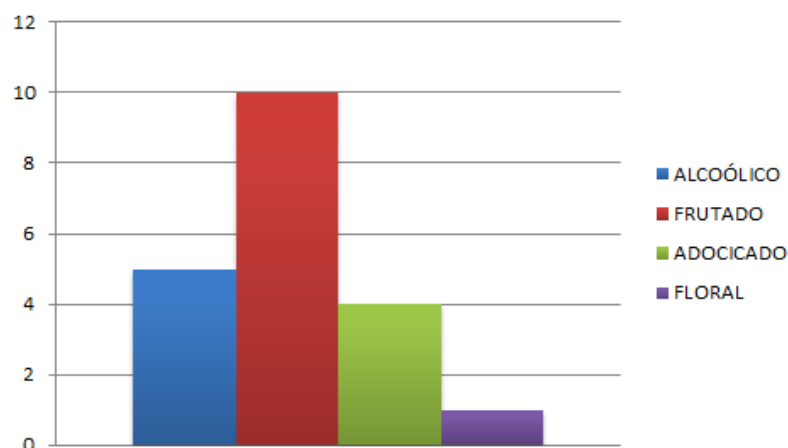
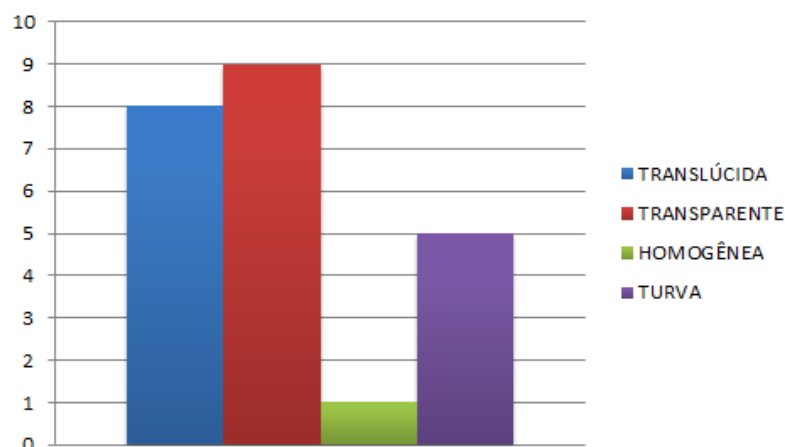


Figura 30 – Análise da aparência da amostra 1.



Na Figura 27, se observa que 16 (dezesseis) dos 20 (vinte) avaliadores caracterizaram a cor do fermentado de caju produzido por meio de fermentação forçada como amarelo-pálido. Já a partir da Figura 28 foi avaliado que o sabor predominante entre os provadores foi o frutado, permanecendo assim o sabor da fruta no fermentado. Além disso, também prevaleceu outra resposta a adstringência da fruta, tendo como conclusão que o fermentado também conservou esta característica da mesma.

Para a Figura 29 tem-se uma distribuição de opiniões, com a predominância do aroma frutado, visto que o sabor também foi caracterizado como frutado e, conseqüentemente, é esperado que o aroma também tenha a mesma característica, a qual também foi encontrada por NETO et al. (2006) na sua produção. Por fim, na Figura 30 caracteriza-se a aparência do fermentado como transparente-translúcida.

No segundo questionamento, os provadores expressaram sua opinião a respeito do produto, como se observa na Figura 31. Já no terceiro questionamento se observou a atitude dos avaliadores em relação à compra do produto (Figura 32). Enfim, no quarto questionamento foi analisada uma nota geral em relação ao produto (Figura 33).

Figura 31 – Opinião em relação à amostra 1.

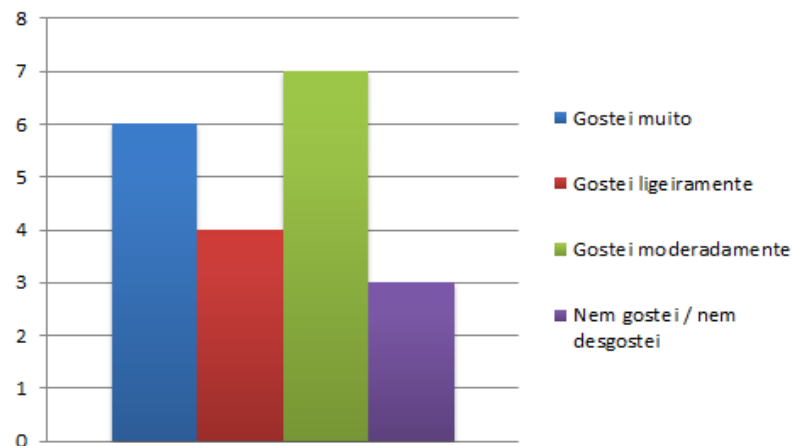


Figura 32 – Atitude em relação à compra da amostra 1.

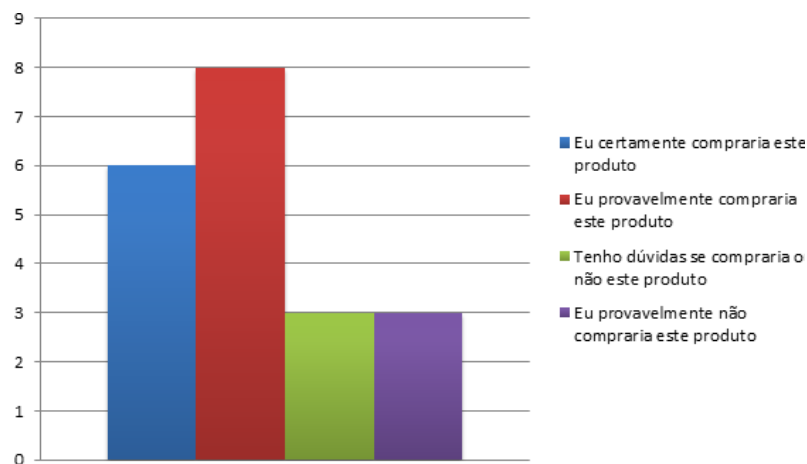
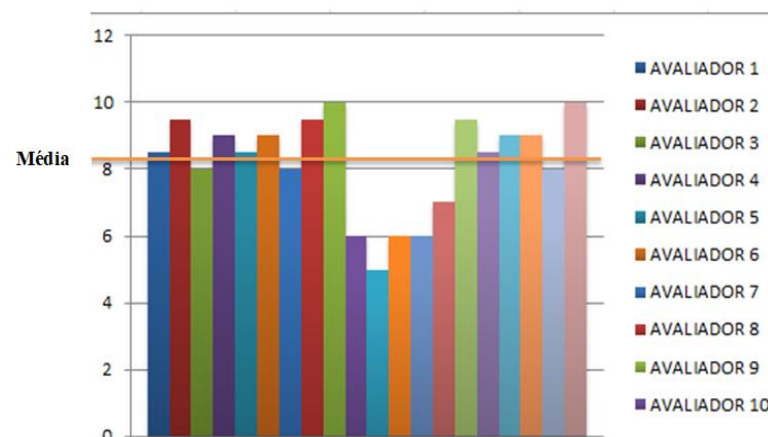


Figura 33 – Avaliação geral da amostra 1.



A Figura 31, mostra que a amostra 1 foi aceita entre os provadores, o resultado ficou concentrado em “gostei moderadamente”. Na Figura 32, se observa que oito dos provadores provavelmente comprariam este produto.

E na Figura 33 encontram-se as notas gerais em relação a amostra 1 que, realizando uma média entre os vinte provadores, obteve-se que o fermentado de caju produzido por meio da fermentação forçada possui uma nota final geral de aprovação igual a 8,2. Onde em uma escala de 0 a 10, pode-se concluir que o fermentado de caju produzido por meio da fermentação forçada teve uma boa aceitação entre os provadores.

5.4.2 Fermentação Espontânea

Para a amostra 2 do fermentado de caju, a qual foi obtida por meio de fermentação espontânea, foram analisados os mesmos quesitos aplicados na amostra 1. Nas Figuras 34, 35, 36 e 37, mostram os resultados obtidos a partir da aplicação do primeiro questionamento da ficha de análise sensorial.

Figura 34– Análise da cor da amostra 2.

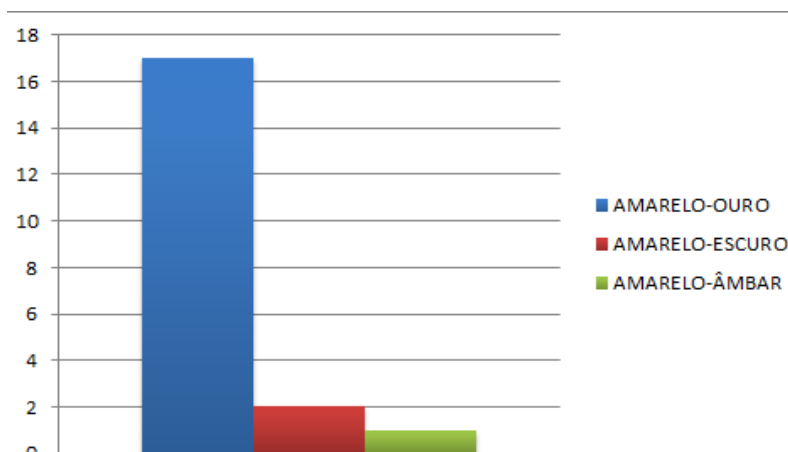


Figura 35 – Análise do sabor da amostra 2.

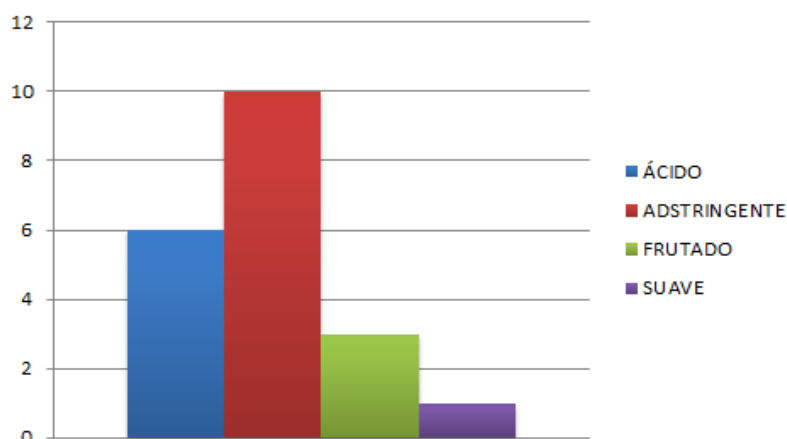


Figura 36 – Análise do aroma da amostra 2.

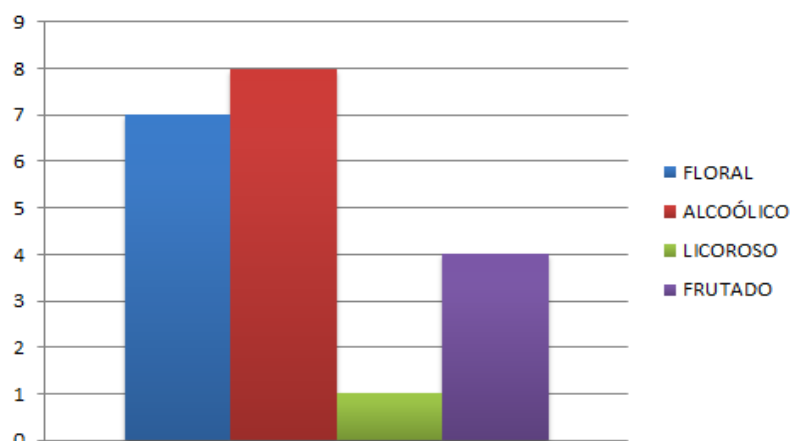
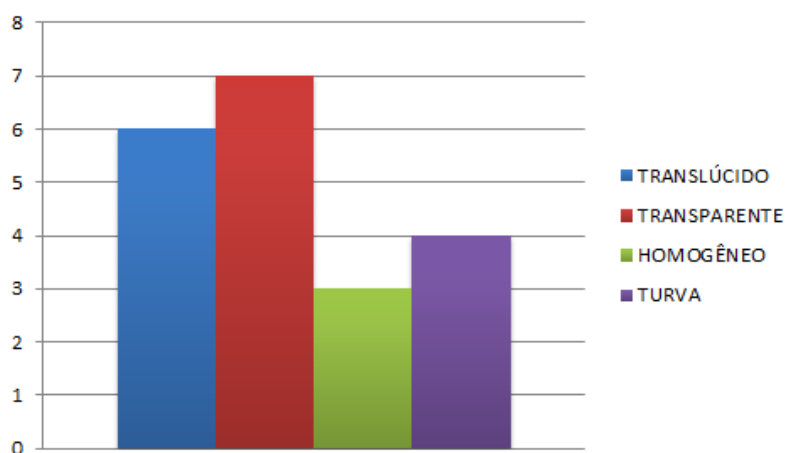


Figura 37 – Análise da aparência da amostra 2.



A Figura 34 mostra que dezessete dos avaliadores classificaram a cor do fermentado da amostra 2 como amarelo-ouro. Ao se comparar com a primeira amostra observa-se que o amarelo desta amostra é um pouco mais escuro. Na Figura 35, observa-se que o sabor adstringente foi predominante entre os provadores, tendo como uma tendência de que durante a produção do fermentado conservou a adstringência própria do caju.

A Figura 36 mostra que o fermentado foi classificado como detentor de um aroma alcoólico e floral. E por fim, a Figura 37 caracteriza-se a aparência do mesmo como transparente-translúcida, significando assim que o produto permite a passagem de luz e visão nítida do que se encontra do outro lado, tornando assim as aparências das duas amostras idênticas. Assim como para a amostra 1, nas questões 2, 3 e 4, para a amostra 2, foram avaliados a opinião a respeito do produto, a atitude em relação a compra e a nota geral do produto, como se pode observar nas Figuras 38, 39 e 40, respectivamente.

Figura 38 – Opinião em relação à amostra 2.

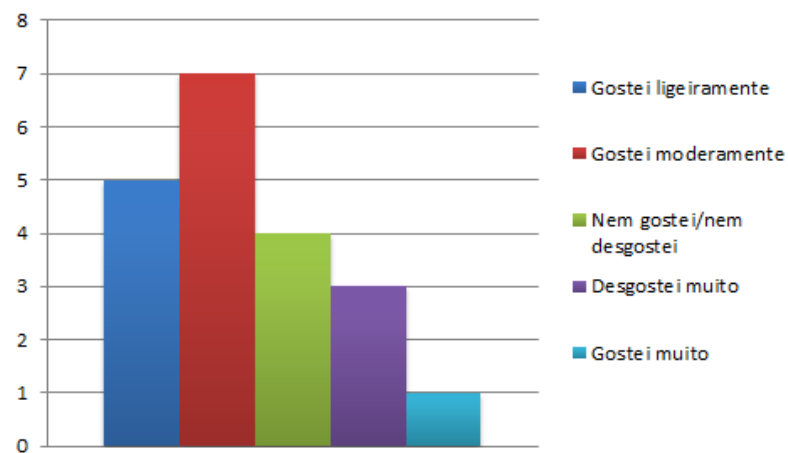


Figura 39– Atitude em relação à compra da amostra 2.

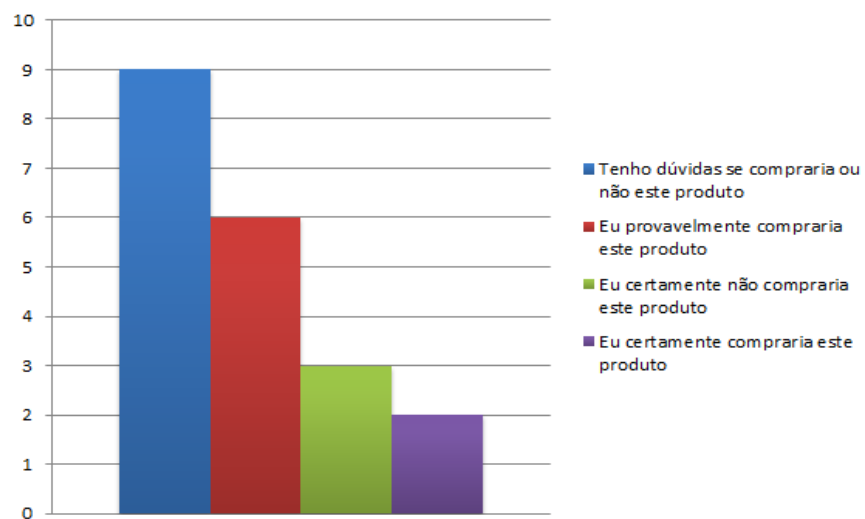
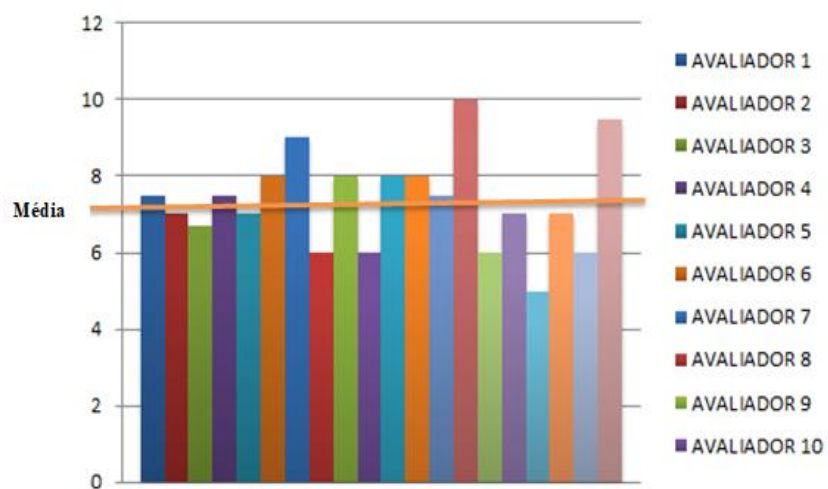


Figura 40 – Avaliação geral da amostra 2.



Por meio da Figura 38, observa-se que a amostra 2, para esta questão, obteve o mesmo nível de aceitação da amostra 1, onde os resultados ficaram concentrados na opção “gostei moderadamente”. A partir da Figura 39, pode-se concluir que, tendo como consequência as respostas apresentadas pela Figura 38, de que todos os provadores possuíam dúvidas se comprariam ou não o produto apresentado.

E por fim, a partir da Figura 40 foi realizado o cálculo da média das notas gerais dos vinte provadores, a qual foi 7,3. Ao comparar com a nota geral da amostra 1 (que foi de 8,2), pode-se chegar a conclusão de que o fermentado da amostra 1 teve uma melhor aceitação comparado a nota geral final da amostra 2.

Foi possível observar durante o processo de fermentação alcoólica que a fermentação forçada possui um maior rendimento em relação à quantidade de produto final, comparada com a fermentação espontânea. Como também possui um menor tempo para a realização da mesma. Concluindo então que o método da fermentação forçada é mais vantajoso, como também o seu fermentado foi mais aceito através da análise sensorial.

6 CONCLUSÃO

Por meio da caracterização físico-química do caju e dos seus fermentados, ambos produzidos na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Campus Pau dos Ferros, percebe-se que é possível o enquadramento dos mesmos nas legislações brasileiras e expectativa dos produtores com o excelente desempenho da levedura no processo de fermentação forçada durante a fermentação alcoólica, destacando então a não necessidade da correção do pH, encontrado entre 4.5 ± 0.5 . Observando ainda, a excelente composição química do fruto, que dispensa a adição de substâncias químicas como Metabissulfito de Potássio e fosfato de potássio.

O teor alcoólico do fermentados produzidos por meio da fermentação forçada e espontânea, foram 11,4% e 11,3%, respectivamente. Ficando dentro dos parâmetros da legislação brasileira. O fermentado de caju cujo obtido pelo processo de fermentação forçada foi classificado como seco, o que está de acordo com o alto teor alcoólico apresentado.

Ao analisar as duas técnicas utilizadas neste trabalho, pode-se observar que os produtos obtidos apresentaram características bem similares, como por exemplo, o valor final do teor alcoólico. Porém na avaliação sensorial, ao observar e comparar a nota final de ambos pode-se concluir que o fermentado produzido por meio da fermentação forçada teve uma maior aceitação entre os provadores, como também preservou com maior intensidade as características de aroma e sabor do caju.

O fermentado obtido neste trabalho por meio da fermentação forçada apresenta valores superiores ao de algumas literaturas, tendo em vista o excelente rendimento e desenvolvimento da levedura durante o processo. Proporcionado pelo cuidado de ativação da mesma e pelo controle da temperatura, propiciando assim, um meio com excelentes condições para o desenvolvimento do microrganismo.

Mesmo com todas as dificuldades encontradas para a execução do trabalho, como a falta de equipamento no laboratório para efetuar a análise dos álcoois superiores produzidos durante o processo de fermentação, pode-se concluir que a produção do fermentado de caju é viável. Sendo assim, o índice de desperdício do caju durante o período de safra pode ser reduzido a partir da produção de produtos alternativos como o fermentado de caju.

7 REFERÊNCIAS

AGN – CENTRAL DO INVESTIGADOR, Fruticultura, 2014. Disponível em: <<http://centraldoinvestidor.mn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=47379&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=%C3%81reas+de+Atua%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em 2 de dezembro de 2017.

AGUIAR, L.P., β – Caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético. Fortaleza, 2001. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/17732/1/2001_dis_lpaguiar.pdf>. Acesso em 26 de novembro de 2017.

AMARANTE, O.A.C. do; SILVA, F. de J. L. da; FILHO, L.G. R.; Potencial Eólico do Estado do Rio Grande do Norte. Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento COSERN – ANEEL. Iberdrola empreendimentos do Brasil s.a., 2003. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlas_eolico_RN.pdf>. Acesso em 2 de dezembro de 2017.

ARAÚJO, J.P.P de – editor técnico. Caju : o produtor pergunta, a embrapa responde. – 2. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2015. Disponível em: <<http://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000031-ebook-pdf.pdf>>. Acesso em 29 de novembro de 2017.

ARAÚJO, S.M.S. de; A região semiárida do nordeste brasileiro: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. Rios Eletrônica – Revista Científica da FASETE ano 5, n.5, 2001. Disponível em: <http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/a_regiao_semiarida_do_nordeste_d_o_brasil.pdf>. Acesso em 3 de dezembro de 2017.

BRASEQ. Tecnologia na medida certa – Brix, 2011. Disponível em: <<http://braseq.blogspot.com.br/2011/06/brix.html>>. Acesso em 17 de abril de 2018.

Brasil, leis, decretos, etc. instrução normativa nº. 1 de 7 de janeiro de 2000. Diário Oficial da União Nº. 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000. Seção I, p. 54-58. Regulamento Técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta.

BRASIL. Decreto nº 6.871 de 04 de Junho de 2009. 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, 2009.

BRUCH, Kelly Lissandra. Nem tudo que tem uva é VINHO. Bento Gonçalves: IBRAVIN, 2012. XXX p. Acesso em 24 de janeiro de 2018.

CARMO, S. K. S.; SWARNAKAR, R., Produção, caracterização físico-química e avaliação sensorial (teste de aceitação) de fermentado de umbu. IV Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

CARMO, S.K.S.; SÁ, S.K.C.V de L. e; ALMEIDA, M.M. de; SWARNAKAR, R.; Estudo de produção e caracterização de fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial. PIBIC/CNPQ, 2007.

CLETO, F. V. G., MUTTON, M. J. R. Rendimento e Composição das aguardentes de cana, laranja e uva com utilização de lecitina no processo fermentativo. Cienc. Agrotec., Lavras, v.28, n. 3, p. 577-584, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/30134/S1413-70542004000300013.pdf?sequence=1>>. Acesso em 25 de janeiro de 2018

DECRETO DO VINHO – Decreto n. 99.066/1990 - Regulamenta a Lei n.º 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados do vinho e da uva. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d99066.htm>. Acesso em 19 de março de 2018.

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL (Fortaleza, CE) Plantando caju / Filadelfo Tavares de Sá, Francisco Fábio de Assis Paiva, Francisco de Assis Marinho. - Fortaleza, 2000. 33p. ; (Projeto Lumiar). 1.Caju – Cultivo. I.Sá, F.T. de. II. Paiva, F. F. de A. III. Marinho, F. de A. IV. Série. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Plantando_caju_000g0591zi302wx5ok0q43a0rzjrgez3.pdf>. Acesso em 25 de janeiro de 2018.

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. Sistema de Produção do Caju. Sistema de Produção, 1. ISSN 1678-8702 1. Versão Eletrônica, 2. ed., 2016.

ESSAS E OUTRAS, Fisiologia e crescimento bacteriano – resumo. Disponível em: <<http://www.essaseoutras.com.br/fisiologia-e-crescimento-bacteriano-resumo/>>. Acesso em 20 de março de 2018.

FAGUNDES, D.T.O.; SILVEIRA, M.L.R.; SANTOS, C.O.; SAUTTER, C.K.; PENNA, N.G.; Fermentado alcoólico de fruta: uma revisão. 5º Simpósio de Segurança Alimentar, 2015. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/gerenciador/painel/trabalhosversaofinal/SAL176.pdf>>. Acesso em 26 de janeiro de 2018.

FILHO, W.G.V - coordenador; Bebidas alcoólica: Ciência e Tecnologia. – 2. ed. – São Paulo: Blucher, 2016.

FILHO, W.G.V – coordenador; Indústria de Bebidas: Inovação, Gestão e Produção, volume 3. – ed. – São Paulo: Blucher, 2011.

FRUTAS BRASIL – Colheita e pós-colheita do caju, 2018. Disponível em <<https://minhasfrutas.blogspot.com.br/2018/01/colheita-e-pos-colheita-do-caju.html>>. Acesso em 24 de março de 2018.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. Fruticultura – Caju. Desenvolvimento regional sustentável. Volume 4, Brasília, DF, 2010.

G1 RN - Maior cajueiro do mundo, no RN, comemora 129 anos com escolha de miss e festa de parabéns, 2017. Disponível em < <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/maior-cajueiro-do-mundo-no-rn-comemora-129-anos-com-escolha-de-miss-e-festa-de-parabens.ghtml>>. Acesso em 24 de janeiro de 2018.

LEITE, C.A.; ALMEIDA, M.M.de; ALVES, M.F.; SILVA, M.J.S. da; Processamento e avaliação físico-química do fermentado de caju + umbu-cajá. Revista Verde (ISSN 1981-8203). Vol. 8, No. 1, p. 98 – 103, 2013.

LIMA, L.L. de A.; FILHO, A.B. de M.; Tecnologia de bebidas [coordenadora institucional Argelina M^a Araújo Dias Silva]. – Recife: EDUFRPE, 2011. 126 p.: il. – (Técnico em alimentos). ISBN 978-7946-089-0.

LUTZ, INSTITUTO ADOLFO; Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p. 1020. Disponível em: < http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em 24 de novembro de 2017.

NETO, A. B. T., Silva, M. E., Silva, W. B., Swarnakar, R., Silva F. L. H. (2006). Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale*L.). Química Nova, 29(3), 489-492. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n3/29276.pdf>>. Acesso em 31 de março de 2018.

NEVES, W.B.P; CARMO, S.K.S; PALÁCIO, C.M; MELO, R.P.F; Caracterização físico-química do caju obtido na região do oeste potiguar. Química: Ciência, Tecnologia e Sociedade (ISSN: 2317-4978). Vol. 5, No. 2, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.uern.br/index.php/qcts/article/viewFile/2629/1441>>. Acesso em 25 de novembro de 2017.

NORONHA, J.F de; Análise Sensorial – Metodologia. Escola Superior Agrária de Coimbra, 2003, versão 1.0.

OLIVEIRA, N.A.M de; Leveduras utilizadas no processo de fabricação de cerveja. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-99VHHA/195.pdf?sequence=1>>. Acesso em 29 de março de 2018.

ONE BEER. Disponível em: < <http://onebeer.net/refractometer.shtml> >. Acesso em 15 de fevereiro de 2018.

PIRES, T.P.R.S; ALMEIDA, L.S.; PEREIRA, E.S.; CARMO, I.C.L.; Parâmetros físico-químicos do fermentado de caju (*Anacardium Occidentale* L.) produzido na fazenda cajucoco. 2016. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1155.pdf>>. Acesso em 31 de março de 2018.

SEBRAE, Sebrae busca reduzir o desperdício de 75% na produção de caju, 2010. Disponível em: <<http://www.rn.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/RN/sebrae-busca-reduzir-desperdicio->

de-75-na-producao-de-caju,8d2469fa94326410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em 28 de novembro de 2017.

SERRANO, L.A. L.; OLIVEIRA, V.H. de.; Aspectos botânicos, fenologia e manejo de cultura do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. de (Ed.). Agronegócio caju: práticas e inovações. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Parte 2, cap. 3, p 77-165.il.

SILVA, J. de S. e; JESUS, J. C. de; COUTO, S. M.; Noções Sobre Fermentação e Produção de Álcool na Fazenda. In: Produção de Álcool Combustível na Fazenda e em Sistema Cooperativo. Viçosa; 2007. Disponível em: <ftp://ftp.ufv.br/dea/poscolheita/Produ%E7%E3o%20de%20%C1lcool%20Combust%EDvel%20na%20Fazenda%20e%20em%20Sistema%20Cooperativo/Cap%EDtulo%201.pdf>. Acesso em 29 de novembro de 2017.

TEIXEIRA, L.V.; Análise sensorial na indústria de alimentos. Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”, nº 366, 2009;

APÊNDICE

Ficha de avaliação sensorial

Data: __/__/____ Amostra:_____

(1) Prove a amostra e indique a resposta em relação à cor, sabor, aroma e aparência de acordo com a Tabela 1.

Cor:_____

Sabor:_____

Aroma:_____

Aparência:_____

Tabela 01 – Análise Sensorial.

COR	SABOR	AROMA	APARÊNCIA
Amarelo – âmbar	Ácido	Alcoólico	Translúcida
Amarelo – ouro	Adstringente	Adocicado	Transparente
Amarelo – alaranjado	Frutado	Frutado	Turva
Amarelo – pálido	Suave	Caramelizado	Homogênea
Amarelo – escuro	Licoroso	Floral	Heterogênea

Fonte: Adaptada de LUTZ 2008.

(2) Prove a amostra e indique sua opinião em relação ao produto.

- () Gostei muito
- () Gostei ligeiramente
- () Gostei moderadamente
- () Nem gostei/ nem desgostei
- () Desgostei ligeiramente
- () Desgostei moderadamente
- () Desgostei muito

(3) Assinale qual seria sua atitude em relação à compra do produto.

- ☐ () Eu certamente compraria este produto
- ☐ () Eu provavelmente compraria este produto
- ☐ () Tenho dúvidas se compraria ou não este produto
- ☐ () Eu provavelmente não compraria este produto
- ☐ () Eu certamente não compraria este produto

(4) Avaliação em relação ao produto, nota de 0 a 10.

Nota:_____.