

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Programa de Pós-Graduação
em Química



Caracterização físico-química e química do fruto
do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart) e avaliação
da sua conservação por fermentação láctica

José Barros da Silva

Tese de Doutorado
Natal/RN, junho de 2014

JOSÉ BARROS DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E QUÍMICA DO FRUTO DO
JUAZEIRO (*Ziziphus joazeiro* Mart) E AVALIAÇÃO DA SUA
CONSERVAÇÃO POR FERMENTAÇÃO LÁCTICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Química da Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, em cumprimento às exigências para a
obtenção do título de Doutor em Química.

Orientadora: Maria de Fátima Vitória de Moura

Área de concentração: Química Analítica

NATAL-RN

Junho de 2014

Divisão de Serviços Técnicos
Catalogação da Publicação na Fonte.
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias Campus Macaíba
Biblioteca Setorial Professor Rodolfo Helinski

Silva, José Barros da.
Caracterização físico-química e química do fruto do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart) e avaliação da sua conservação por fermentação láctica / José Barros da Silva. - Natal, RN, 2014.

93 f.

Orientador (a): Profa. Dra. Maria de Fátima Vitória de Moura.

Tese (Doutor em Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Química.

1. *Ziziphus joazeiro* Mart.- Tese. 2. Fruto do Juazeiro - Tese. 3. Composição - Tese. 4. Fermentação Lactica – Tese. 5. Análise Sensorial – Tese. I. Moura, Maria de Fátima Vitória de. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Programa de Pós-Graduação em Química. IV. Título.

RN/UFRN/BSPRH

CDU: 634.662


José Barros da Silva

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E QUÍMICA DO FRUTO DO JUAZEIRO
(Ziziphus Joazeiro Mart) E AVALIAÇÃO DA SUA CONSERVAÇÃO POR
FERMENTAÇÃO LÁCTICA


Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutor em Química.

Aprovada em: 30 de junho de 2014.

Comissão Examinadora:




Dra. Maria de Fátima Vitória de Moura – UFRN (orientadora)



Dr. Djalma Ribciro da Silva – UFRN



Dra. Cristiane Fernandes de Assis – UFRN



Dra. Klécia Moraes dos Santos – CAPES



Dr. Vicente Queiroga Neto – UFCG

***Em memória dos meus avós maternos, Francisco e Rita Pereira, meus
incentivadores e exemplos de vida.***

***À minha mãe Francisca Pereira, batalhadora e empenhada no sucesso
dos filhos e às minhas irmãs Lourdes, Ana e Rita e em memória do meu
pai, Antônio Barros, do tio, José Pereira e do meu irmão Geraldo Barros.***

***À minha esposa Fátima e aos filhos Thiago e Thalita, por sempre
torcerem e acreditarem nas minhas iniciativas e pelo apoio e
compreensão das necessárias ausências em consequência das
atividades acadêmicas como esta.***

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte, especificamente, ao Programa de Pós-Graduação de Química - Instituto de Química, pela oportunidade.

À Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), representada por sua Diretoria, pela acolhida, desde quando ingressei na Instituição, e a disponibilidade do ambiente para o desenvolvimento das atividades técnico-científicas.

Em especial, à Professora Maria de Fátima Vitória Moura, orientadora, pela confiança a mim depositada, amizade, motivação, colaboração recebida e incentivo para a execução do projeto de pesquisa do doutorado, ponto de partida desta tese;

À Professora Carla Viváqua, Dpt^o Estatística/UFRN e colaboradores, entre eles, Fabio Azevedo e Rumenick, pela contribuição valiosa na modelagem e análise estatística de dados da pesquisa;

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Química pelos conhecimentos adquiridos e conscientização da necessidade da pesquisa aplicada;

À Idiana Macêdo, técnica em alimentos da EAJ, pela colaboração na realização da parte experimental da pesquisa;

À Talita Raniely, bolsista de iniciação científica do Técnico em Agroindústria-EAJ, por sua colaboração e dedicação na condução do experimento;

Ao casal Elisângela M^a Medeiros e Mariberto, pela coleta de juás no município de São João de Sabugi - RN, para as etapas preliminares da pesquisa.

Aos demais bolsistas e alunos da EAJ, em especial, Maria das Dores Araújo, que contribuíram para a concretização deste trabalho;

À Heloisa Castro, graduanda em química e laboratorista, pela amizade e a contribuição na realização das análises físico-químicas e químicas;

Aos restaurantes “Coisas da Roça” (BR 304 - Macaíba/RN) e da APURN (campus central da UFRN), pela disponibilização do espaço para a realização das análises sensoriais do produto com o consumidor;

Aos servidores da Secretaria da Pós-Graduação em Química - IQ/UFRN;

A Mário Cavalcante, servidor terceirizado, que colaborou na coleta dos frutos de juazeiro (juás) na EAJ para a realização do experimento.

Aos colegas alunos do PPGQ-UFRN, pela amizade e solidariedade;

Aos colegas professores, bibliotecária Valéria e demais servidores da EAJ que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização e sucesso deste trabalho.

RESUMO

Considerando a biodiversidade vegetal do Nordeste brasileiro, cujos componentes podem estar inseridos em sistemas de produção sustentável, o juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) desponta como uma possibilidade de aproveitamento do seu fruto. O presente estudo apresenta como objetivos caracterizar o fruto do juazeiro sob o aspecto físico, físico-químico e químico e avaliar a sua conservação por fermentação láctica espontânea, sob a influência dos cloretos de sódio, cálcio e potássio. Conforme a legislação, *hortaliça acidificada por fermentação é aquela submetida à fermentação láctica de forma a atingir o pH do produto final igual ou menor a 4,5*. Os resultados da caracterização física, físico-química e química do fruto do juazeiro maduro mostrou as potencialidades desta espécie para o processamento agroindustrial. O rendimento da parte comestível (91,83%), teor de sólidos soluveis (18,98° Brix), acidez titulável (0,14% em ácido cítrico), pH (5,30) e a sua composição, fracionada, em umidade (79,01%), proteínas (2,01%), lipídios (0,52%), carboidratos (17,59%), fibra, cinzas (0,76%) e os seus minerais foram compatíveis com o perfil característico das frutas, favorecendo, portanto, o desenvolvimento da fermentação láctica espontânea. O pH mínimo e a acidez titulável máxima observados no processo de fermentação, sob a influência das misturas dos sais (NaCl, NaCl₂ e KCl), variaram entre os valores de 3,4 a 3,7 e de 0,54 a 0,95 (% em ácido láctico), respectivamente. O perfil da fermentação láctica do fruto do juazeiro em salmoura, a qualidade microbiológica do fermentado e o resultado da análise sensorial preliminar das conservas elaboradas, respaldaram a aplicação da avaliação sensorial junto ao consumidor, especificamente, da conserva derivada do fruto fermentado na presença do cloreto de sódio, em acordo com as técnicas tradicionais de fermentação láctica de vegetais. Os resultados da avaliação sensorial realizada com 100 consumidores (provadores) revelaram um índice de aceitação igual a 78% da conserva. Apesar de restrições à aceitação sensorial das conservas fermentadas sob a influência de sais (CaCl₂ e KCl) substitutos do cloreto de sódio, estas apresentaram perspectivas de equilíbrio entre a otimização das misturas, a segurança sanitária dos produtos e a conscientização do consumidor no sentido de preferir um produto mais saudável com teor de sódio reduzido.

Palavras chave: *Ziziphus joazeiro* Mart.; fruto do juazeiro; composição; fermentação láctica; análise sensorial.

ABSTRACT

Considering the plant biodiversity in the Brazilian Northeast, whose components can be inserted into sustainable production systems, the jujube (*Ziziphus joazeiro* Mart.) emerges as to recovery of its fruit. The present study has as objective to characterize the fruit of the jujube under the physical, physicochemical and chemical approach and assess its conservation by spontaneous lactic fermentation under the influence of chloride, sodium, calcium and potassium. According to the legislation, vegetable acidified by fermentation that is subjected to lactic acid fermentation in order to achieve a final product pH less than or equal to 4.5. The results of the physical, chemical and physico-chemistry of ripe fruit jujube showed the potential of this species for agro-processing. The yield of edible portion (91.83%), soluble solids content (18,98° Brix), titratable acidity (0.14% citric acid), pH (5.30) and its composition, divided in moisture (79.01%), protein (2.01%), lipids (0.52%), carbohydrate (17.59%), fiber, ash (0.76%) and its minerals were consistent with the characteristic profile fruits, thus favoring the development of spontaneous lactic fermentation. The minimum pH and titratable acidity observed maximum in the fermentation process under the influence of mixtures of salts (NaCl and KCl NaCl₂) values ranged from 3.4 to 3.7 and from 0.54 to 0.95 (% lactic acid), respectively. The profile of the lactic fermentation of fruit of jujube in brine, fermented microbiological quality and the result of analysis of primary sensory prepared preserved, the application of endorsed by the consumer sensory evaluation, more particularly, derived from fermented fruit preserved in the presence of chloride sodium, in accordance with the traditional techniques of lactic fermentation of vegetables. The results of sensory evaluation conducted with 100 consumers (tasters) revealed an acceptance rate equal to 78% of the preserve. Despite restrictions on the sensory acceptability of fermented under the influence of salts (KCl and CaCl₂) substitutes sodium chloride, preserved these perspectives presented to balance the optimization of mixtures, health product safety and consumer awareness towards prefer a more healthy product with reduced sodium content.

Keywords: *Ziziphus joazeiro* Mart.; fruit of the jujube; composition; lactic fermentation; sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Árvore de juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.) (a) com detalhe da sua frutificação (b)	21
Figura 2 - Características externas e internas do endocarpo (caroço) do fruto do juazeiro	22
Figura 3 - Esquema da fermentação láctica	28
Figura 4 - Esquema da fermentação secundária observada em pepino	30
Figura 5 - Localização do município de Macaíba no mapa do estado do Rio grande do Norte	38
Figura 6 - Fluxograma de atividades do processamento do fruto do juazeiro	47
Figura 7 - Relação entre o diâmetro longitudinal (DL) transversal (DT) do fruto do juazeiro semi-maduro e maduro	54
Figura 8- Massa do fruto e do caroço e a massa comestível (g) do juá semi-maduro e maduro	55
Figura 9 - Curvas de contorno do modelo referente à variação da firmeza (lbf) do fruto semi- maduro do juazeiro, sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl	58
Figura 10 - Curvas de contorno do modelo referente à variação da firmeza (lbf) do fruto maduro do juazeiro, sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl	59
Figura 11 - Curvas de contorno do modelo referente à variação do teor umidade do fruto maduro do juazeiro fermentado, sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl	62
Figura 12 - Curvas de contorno do modelo referente à variação do teor de carboidratos do fruto maduro do juazeiro fermentado, sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl	63
Figura 13 - Curvas de contorno do modelo referente à variação do teor de cinzas do fruto maduro do juazeiro fermentado sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl	64
Figura 14 - Evolução do pH e da acidez titulável (% em ácido láctico) na salmoura de fermentação do fruto do juazeiro sob a influência, isolada, de NaCl, CaCl ₂ e KCl, referentes aos tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente	69

Figura 15 - Evolução do pH e da acidez titulável (% em ácido láctico) na salmoura de fermentação do fruto do juazeiro sob a influência de misturas binárias compostas de NaCl, CaCl ₂ e KCl	70
Figura 16 - Evolução do pH e da acidez titulável (% em ácido láctico) na salmoura de fermentação do fruto do juazeiro sob a influência de misturas ternárias compostas de NaCl, CaCl ₂ e KCl	71
Figura 17 - Conservas elaboradas com frutos do juazeiro (juá) fermentado	72
Figura 18 - Frequência de respostas (%) indicando como ideal os atributos sensoriais de conservas do fruto do juazeiro fermentado sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl	77
Figura 19 - Intensidade de atributos sensoriais, expressos pela Escala do Ideal, da conserva elaborada com o fruto do juazeiro fermentado sob a influência de cloreto de sódio (100 g L ⁻¹)	79
Figura 20 - Aceitação do consumidor da conserva alimentícia elaborada com o fruto do juazeiro fermentado sob a influência do NaCl	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Alimentos fermentados presentes em diversas regiões do mundo	34
Quadro 2 - Condições de operação do ICP/OES	45
Quadro 3 - Comprimento de onda para cada mineral, limite de detecção e de quantificação dos elementos determinados por ICP-OES	45
Quadro 4 - Misturas de sais presentes na salmoura de fermentação (10%) do fruto do juazeiro	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização física e físico-química do fruto do juazeiro em estágio de maturação semi-maduro e maduro	53
Tabela 2 - Firmeza (lbf) do fruto do juazeiro, <i>in natura</i> e fermentado, em estágio de maturação semi-maduro e maduro, sob influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl	57
Tabela 3 - Composição do fruto do juazeiro na forma <i>in natura</i> e fermentado sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl	61
Tabela 4 - Teor de minerais do fruto do juazeiro <i>in natura</i>	66
Tabela 5 - Extrato seco, teor de cinzas e dos minerais* Na, Ca e K no fruto do juazeiro fermentado sob a influência de misturas de NaCl, CaCl ₂ e KCl	67
Tabela 6 - Evolução do pH e da acidez titulável (% em ácido láctico) da salmoura de fermentação de frutos do juazeiro, sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl	68
Tabela 7 - Valores referentes ao pH, acidez titulável (% em ácido láctico) e sólidos solúveis (°Brix)) do fruto do juazeiro antes e após à fermentação sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl	74
Tabela 8 - Valores de contagem microbiana na análise de frutos de juazeiro (juá) fermentados em salmoura	75
Tabela 9 - Distribuição de respostas (%) na avaliação dos atributos sensoriais da conserva do fruto do juazeiro fermentado sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl ₂ e KCl, tendo como referência a escala do Ideal	76
Tabela 10 - Atitude do consumidor, tendo como referência a Escala Hedônica, na avaliação da conserva alimentícia elaborada com o fruto do juazeiro fermentado sob a influência isolada de NaCl	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AT - Acidez titulável

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICP/OES - Espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado

INViC - Indol, Vermelho de Metila, Voges-Proskauer, Citrato - são provas bioquímicas para diferenciar espécies da família *enterobacteriaceae* da qual fazem parte os coliformes

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO - Organização da Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação

NMP - Número mais provável

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NUPPRAR - Núcleo de Processamento Primário e Reuso de Água Produzida e Resíduos

PIQ - Padrão de identidade e qualidade

ppm - partes por milhão

SST - Sólidos solúveis totais

Taco - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

UFC mL⁻¹ - Unidade Formadora de Colônias por mililitro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo geral	17
1.1.2 Objetivos específicos	17
1.2 JUSTIFICATIVA	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Características do ambiente natural <i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	21
2.2 Características físicas, físico-químicas e químicas do fruto	23
2.2.1 Características físicas	23
2.2.2 Características físico-químicas e químicas	24
2.3 Fermentação como método de conservação de produtos vegetais	27
2.3.1 Fermentação láctica em salmoura e por outros métodos	32
2.4 Avaliação sensorial de alimentos	35
3 MATERIAL E MÉTODOS	38
3.1 MATERIAL	38
3.2 MÉTODOS	40
3.2.1 Caracterização física do fruto <i>In natura</i> e fermentado	40
3.2.2 Caracterização físico-química do fruto <i>in natura</i> e fermentado	40
3.2.3 Composição centesimal do Fruto	42
3.3 MINERAIS	44
3.4 FERMENTAÇÃO LÁCTICA DO FRUTO	46
3.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	48

3.6 ANÁLISE SENSORIAL	49
3.7 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	51
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	53
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO DO JUAZEIRO	54
4.1.1 Caracterização física e físico-química do fruto <i>in natura</i>	54
4.1.2 Composição centesimal do fruto <i>in natura</i> e fermentado	61
4.2 MINERAIS	65
4.3 Avaliação da fermentação láctica do fruto do juazeiro	67
4.4 Análise microbiológica	74
4.5 Avaliação sensorial	76
5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS	82
5.1 CONCLUSÕES	82
5.2 PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS	82
REFERÊNCIAS	84
APÊNDICE	92

1 Introdução

2 INTRODUÇÃO

A conservação de alimentos consiste na aplicação de princípios físicos, químicos e biológicos por meio de processos variados, os quais vêm sendo desenvolvidos pelo homem desde épocas remotas para garantir que a alimentação seja mantida a um nível de qualidade aceitável e segura, a partir da obtenção da matéria-prima, passando pelo processamento, até ao momento do consumo pelas pessoas. Mesmo tendo sofrido modificações, os procedimentos básicos aplicados na conservação dos alimentos, pelos nossos antepassados, continuam presentes nas modernas fábricas de processamento, como a secagem, a defumação, a salga, o congelamento e a fermentação, capazes de prolongar a vida dos alimentos. As alterações nos alimentos podem ocorrer segundo as mudanças de suas condições e características, que dependem da sua origem, do seu valor nutritivo, da sua estrutura, da sua constituição química, do seu estado físico e de suas características específicas (Pegorer, 2013).

A fermentação representa um desses processos, tão antigo quanto revolucionário, em que bactérias, fungos e leveduras alteram a estrutura dos alimentos ou proporcionam estas características gustativas melhores, estendendo, inclusive, seu tempo de vida. Apesar dos alimentos fermentados se colocarem entre os mais antigos alimentos processados e, há milênios, formando uma parte tradicional da dieta na maioria dos países, continuam sendo um dos principais setores da indústria processadora de alimentos, tendo como exemplo produtos de panificação, bebidas alcoólicas, iogurtes, queijos, molho de soja, conservas vegetais do tipo azeitonas e picles, entre outros (Fellows, 2006).

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) considera que a fermentação desempenha um papel importante na segurança alimentar de milhões de pessoas em todo o mundo, especialmente, em relação aos grupos humanos marginalizados e vulneráveis, através da melhoria na conservação e disponibilização de alimentos, ressaltando que o processo, também, contribui na remoção de fatores antinutricionais presentes em matérias-primas, deixando os alimentos seguros para o consumo (FAO, 2008a).

Cheftel (2000), na sua obra *Bioquímica e Tecnologia de los Alimentos*, considera as fermentações como tratamento químico que modifica os caracteres organolépticos dos alimentos e que as

fermentações consideradas como método de preservação, estão caracterizadas por consideráveis modificações químicas da matéria-prima e pelo o fato dos agentes conservadores se formarem no próprio processo graças a ação de microrganismos, são alterações dirigidas.

A fermentação representa uma possibilidade de conservação e aproveitamento de frutos nativos de espécies como o umbuzeiro e o juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart), conservando-as em seu habitat natural. O juazeiro é uma árvore muito conhecida dos nordestinos, serve de alimento para o gado na seca, fornece frutos para alimentação humana, medicamento e madeira, conserva-se verde durante as secas, cresce lentamente e vive mais de 100 anos (Cavalcanti, 2011).

O suprimento das unidades processadoras de conservas vegetais é realizado, normalmente, pela produção agrícola convencional, entretanto, existe a disponibilidade de frutas nativas ainda não cultivadas racionalmente, tal qual o juazeiro, de forma extrativa no Nordeste brasileiro com todos os atributos de qualidade.

O bioma Caatinga, formação predominante no Nordeste semiárido, tem apresentado um imenso potencial para a conservação de serviços ambientais, uso sustentável e bioprospecção que, se bem explorado, será decisivo para o desenvolvimento da região e do país, cuja biodiversidade da caatinga, formação florística predominante, ampara diversas atividades econômicas voltadas para fins agrosilvopastoris e industriais, especialmente nos ramos farmacêutico, de cosméticos, químico e de alimentos (MMA, 2012).

O aproveitamento desse potencial, representado na biodiversidade da Caatinga e noutros ecossistemas regionais, com destaque da produção de frutas nativas em território potiguar, contribuirá na preservação de uma das espécies vegetais mais representativa do Semi-Árido, o juazeiro e, até, na sua “domesticação”, a exemplo da proposta da EMBRAPA para o bioma cerrado, que conforme Avidos e Ferreira (2007), “é muito importante investir no trabalho de domesticação das fruteiras nativas para que possam ser cultivadas em lavouras comerciais”. Dessa forma, evita-se o extrativismo predatório, ao mesmo tempo em que se conservam as espécies vegetais em seu hábitat natural.

O entendimento dos eventos físico-químicos e químicos que ocorrem nos alimentos e a sua aplicação contribuem na conservação e ampliação do fornecimento de produtos alimentícios numa escala global e, nesse sentido, para que os processos fermentativos sejam conduzidos adequadamente é importante o conhecimento da natureza física, físico-química e química da matéria-prima utilizada, cuja caracterização contribui na previsibilidade e segurança do produto final.

Nesse contexto, a partir dos resultados do presente estudo, o conhecimento gerado será disponibilizado à comunidade e, da mesma forma, novas pesquisas serão estimuladas, sugeridas ou desenvolvidas, envolvendo, desde técnicas de propagação vegetativa e preservação da espécie *Ziziphus joazeiro* Mart., passando por determinações analíticas até os processos específicos de utilização do fruto do juazeiro na elaboração de conservas fermentadas ou outros produtos destinados ao consumo humano.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Caracterizar o fruto do juazeiro, juá (*Ziziphus joazeiro* Mart.) sob os aspectos físico-químico e químico e avaliar a sua conservação por meio da fermentação láctica.

1.1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar sob o aspecto físico, físico-químico e químico o fruto do juazeiro na forma *in natura* e após a fermentação láctica.
- Submeter esses frutos ao processo de fermentação láctica espontânea em salmoura formulada sob a influência de misturas dos cloretos de sódio, cálcio e potássio.
- Analisar, sensorialmente, conservas alimentícias elaboradas a partir do fruto do juazeiro fermentado.

1.2 JUSTIFICATIVA

Para os produtos fermentados de origem vegetal produzidos em grande escala comercial, como azeitona verde e pepino em conserva, tem sido buscado a compreensão científica dos processos microbianos, das transformações químicas desenvolvidos e de outros fatores que resultam numa produção adequada e segura, ao contrário de grande parte dos produtos tradicionais fermentados, mas, que participam, significativamente, na alimentação humana. O conhecimento científico e tecnológico é essencial para ampliar o conhecimento e entendimento dos métodos de preparação, a fim de melhorar a eficiência das fermentações tradicionais em particular, cujos rendimentos dos processos são geralmente baixos e, por vezes, os produtos não são seguros (FAO, 2008b).

Embora a fermentação dos alimentos tenha sido usado por milhares de anos, os processos microbianos e enzimáticos responsáveis pelas transformações eram, e ainda são, em grande parte desconhecidos. Devido ao papel extremamente importante que frutas e vegetais fermentados ocupam na preservação de alimentos e o seu potencial de contribuir para as necessidades alimentares crescentes do mundo é essencial que o conhecimento da sua produção não seja perdido (FAO, 2008a).

Além disso e considerando a biodiversidade vegetal de todo Nordeste brasileiro e, especialmente, do estado do Rio Grande do Norte, cujos componentes podem estar inseridos em sistemas de produção sustentável, o juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), espécie de destaque na sua formação florística, desponta como uma possibilidade de aproveitamento do seu fruto com características químicas e físico-químicas potencializadoras do emprego de processos fermentativos com fins alimentícios.

A análise preliminar de diversos processos aplicados na fermentação láctica, a partir de matérias-primas vegetais, direcionou o presente estudo de aproveitamento do fruto do juazeiro no sentido de se aplicar, com as necessárias adaptações, os procedimentos seguidos em produção de azeitonas verdes em conserva de forma tradicional. A valorização da azeitona reside na importância econômica e social do azeite e na sua utilização como azeitona de mesa onde, devido às suas propriedades organolépticas e à composição, é muito apreciada na

gastronomia como aperitivo, elemento nutricional ou mesmo elemento decorativo (Moreira, 2013).

Nos processos tradicionais, os frutos da oliveira ou de outras origens são submetidos à fermentação láctica espontânea em salmoura pelo tempo necessário, resultando em um produto final com características nutricionais e sensoriais aceitáveis. A maioria destes processos são baseados no uso de sal (NaCl) como aditivo para proporcionar o *flavor* e conservação (Moreno-Baquero et al., 2012).

A Resolução que dispõe sobre o regulamento técnico de fabricação de frutas e/ou hortaliças em conserva define: “Hortaliça acidificada por fermentação é aquela submetida à fermentação láctica de forma a atingir o pH do produto final igual ou menor que 4,5, devendo ser submetida ao tratamento térmico de pasteurização para sua conservação” (Brasil, 2005).

Informações disponíveis sobre a caracterização do fruto do juazeiro fornecem alguns indicativos da possibilidade de diversificação do seu uso na alimentação humana, conforme resultados de Moniz (2002), Oliveira et al. (2009) e Cavalcanti et al. (2011). Entretanto, há a necessidade de aprofundamento dos estudos científicos sobre esta espécie frutícola no âmbito da caracterização, físico-química e química e em processos de conservação tal qual a fermentação, visando a sua aplicação tecnológica.

No presente estudo, a substituição do cloreto de sódio por outros sais (CaCl_2 e KCl) será analisado no processo de fermentação láctica. O cloreto de potássio e de cálcio presentes na salmoura de fermentação visa a redução do teor de sódio do produto final e está em sintonia com as orientações de organismos internacionais (WHO e FAO, 2003) e nacional (Brasil, 2012). Possíveis efeitos dos sais na característica física (firmeza), química e nos atributos sensoriais do produto final serão avaliados.

2 Revisão da Literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE NATURAL DA ESPÉCIE (*Ziziphus joazeiro* Mart.)

O juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart) é uma planta típica da região semiárida brasileira, encontrado naturalmente nas áreas de caatinga, também conhecido pelos nativos por joá, enjuá, laranjeira-de-vaqueiro, juá-fruta, juá e juá-espinho. O nome do fruto, juá, é de origem tupi e vem de “a-ju-á”, que significa “fruto colhido dos espinhos” (Natureza Bela, 2013).

A caatinga ocupa uma área de cerca de 844.453 quilômetros quadrados, o equivalente a 11% do território nacional, engloba os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (MMA, 2012).

Figura 1 - Imagem do juazeiro: (a) árvore (*Ziziphus joazeiro* Mart.) e (b) detalhe da sua frutificação(b)



Fonte: o autor.

A forma como a região semiárida brasileira se apresenta em termos de solo, clima, flora, fauna, etc. deriva de situações pretéritas envolvendo mudanças climáticas, tectonismo, pediplanação ou arrasamento do relevo, entre outros fenômenos que modelaram a sua face hoje conhecida. Formados por uma quantidade expressiva de áreas mais altas – os planaltos e chapadas ou chãs – e por áreas depressivas, não existe um, mas vários semiáridos, se entendermos que, neste meio, existem diferentes expressões florísticas, faunísticas, edáficas, hídricas

e, principalmente, culturais, resultantes de uma mescla de povos indígenas, europeus e africanos (Pereira et al., 2013).

No Brasil, o gênero *Ziziphus* está distribuído em todas as regiões, exceto no Sul do país, sendo que *Z. joazeiro*, embora típico da caatinga, consegue ultrapassar esse limite chegando a habitar algumas áreas menos secas (Moniz, 2002). Apresenta grande importância econômica e ecológica, sendo utilizada localmente para produção de lenha e carvão, arborização de ruas e jardins, além de produzir frutos comestíveis, os quais são explorados de forma extrativista (Lorenzi, 2009). É uma espécie típica da caatinga brasileira, mas aparece em todas as zonas ecológicas do Nordeste (Mendes, 1996).

No Sistema de Classificação de Cronquist (Embrapa, 2007), a posição taxonômica de *Ziziphus joazeiro* Mart. obedece à seguinte hierarquia: Divisão: Magnoliophyta (Angiospermae); Classe: Magnoliopsida (Dicotyledonae); Ordem: Rhamnales; Família: Rhamnaceae; Gênero: *Ziziphus*; Espécie: *Ziziphus joazeiro* Martius.

O juazeiro é uma árvore de porte mediano (Figura 2), alta, às vezes, de tronco reto ou tortuoso, armado de fortes espinhos, com ramos flexuosos, subdivididos, pubescentes ou não, que frequentemente se esgalham a partir da base do caule, apresentando flores pequenas, amarelo-esverdeadas, reunidas em inflorescências cimosas que dão origem aos frutos tipo drupa globosa, amarelada, com um caroço grande, envolto em polpa mucilaginosa, doce e branca (Braga, 1980). Ainda, conforme o mesmo autor, a árvore conserva-se sempre verde, nunca se despe de toda sua folhagem que se renova mesmo nas mais rigorosas secas, graças ao amplo e profundo sistema radicular, capaz de coletar a escassa umidade existente no solo.

O juazeiro, na sua ocorrência, não forma mata, aparecendo de forma isolada na composição heterogênea da cobertura vegetal. Apesar da grande utilidade a exploração do juazeiro limita-se ao extrativismo e são poucos os conhecimentos científicos capazes de contribuir para o desenvolvimento tecnológico da cultura. Lira Junior et al. (2005) estudando outra espécie de fruta, naturalmente presente no ecossistema nordestino, afirmaram que os caracteres físicos de frutos referentes à aparência externa, tamanho, forma e cor da casca, e as características físico-químicas relacionadas ao sabor, odor, textura e valor nutritivo, constituem atributos

de qualidade à comercialização e utilização na elaboração de produtos industrializados (Lira Junior et al., 2005).

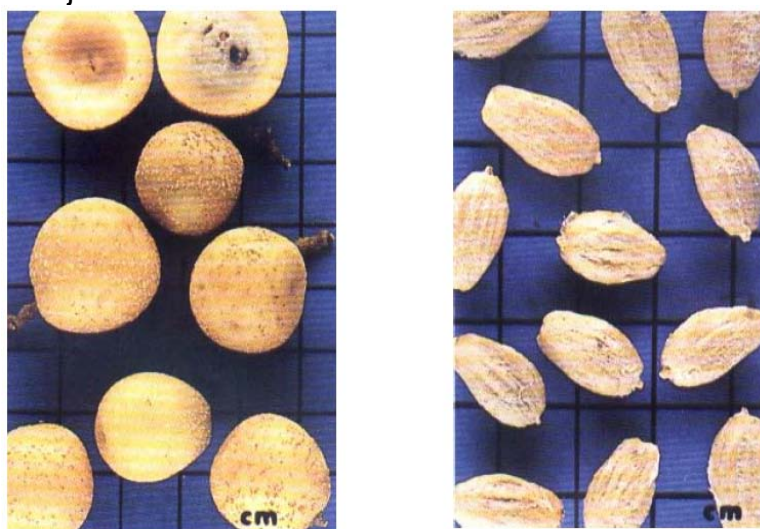
2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E QUÍMICA DO FRUTO

2.2.1 Características físicas

Estudos de caracterização física do fruto fornecem importantes subsídios relativos ao manuseio e acondicionamento, e para programas de melhoramento genético das espécies e, em fase mais avançada de exploração comercial. Na agroindústria, auxiliam no dimensionamento de máquinas e equipamentos, contribuindo para o uso adequado e a aplicação de métodos tecnológicos ao seu aproveitamento (Oliveira, et al., 2009).

Do ponto de vista botânico, o fruto da espécie *Ziziphus joazeiro* Mart. é um nukulânio, que apresenta um endocarpo pétreo 2-locular, contendo uma semente por lóculo (Moniz, 2002). Os caracteres físicos dos frutos referentes à aparência externa, tamanho, forma e cor da casca, e as características físico-químicas relacionadas ao sabor, odor, textura e valor nutritivo, constituem atributos de qualidade à comercialização e utilização da polpa na elaboração de produtos industrializados (Lira Júnior et al., 2005). Moniz (2002) apresenta na Figura 2 o fruto inteiro e aberto exibindo as suas características internas e a superfície rugosa do endocarpo (caroço).

Figura 2 - Características externas e internas do endocarpo (caroço) do fruto do juazeiro.



Fonte: Moniz (2002)

A firmeza do fruto, apesar de ser um atributo físico, está relacionada com a solubilização de substâncias pécicas as quais, quando em grande quantidade, conferem textura macia aos frutos (Chitarra e Chitarra, 2005). Silva et al. (2011) constaram diferença na firmeza do fruto do juazeiro (juá) entre acessos avaliados na região de Mossoró (RN), apresentando variação entre 23,02 a 30,24 Newton (N), com média geral de aproximadamente 26,64 N.

2.2.2 Características físico-químicas e químicas

A compreensão da natureza química dos alimentos já era um propósito fundamental para os químicos dos séculos XVIII e XIX, acreditando que esse conhecimento seria essencial para o incremento de padrões nutricionais. Os carboidratos, as gorduras e as proteínas foram os primeiros descritos, enquanto que, os componentes que se apresentam em menor quantidade nos alimentos, os pigmentos, as vitaminas e os compostos aromáticos demandaram técnicas de laboratório só desenvolvidas no século XX. Atualmente, se exige da química, explicações sobre o comportamento dos componentes de um alimento, no armazenamento, no processamento, na cocção das refeições e mesmo na boca e ou durante a digestão, cujo estímulo a este tipo de indagação vem da indústria alimentícia e das instituições legislativas que regulam as atividades industriais (Coulate, 2004).

O entendimento dos processos químicos que ocorrem nos alimentos ampliou o fornecimento de produtos alimentícios numa escala global, sendo os métodos feitos para atrasar o processo de decomposição uma área central de estudos. Os princípios subjacentes dessa ciência (química) criam as técnicas que tornam possível colher, preservar, distribuir, armazenar e preparar os alimentos para o consumo humano (Educação e Ciência, 2013)

Nos alimentos em processamento as transformações ocorrem em sistemas extremamente complexos de componentes celulares formados por um grande número de reagentes diferentes. Esses reagentes podem ser genericamente classificados como: lipídios, carboidratos, proteínas e o mais abundante dos componentes, a água. A seu lado temos os componentes menores: vitaminas, ácidos, sais, bases, óleos essenciais e pigmentos. À vista do número e da variedade dos componentes que por sua vez pode participar de diversas transformações

químicas por caminhos de reações diferentes, torna-se evidente a dificuldade de estabelecer a relação causa - efeito nas transformações químicas, e mesmo físicas, nos alimentos processados e armazenados (Bobbio e Bobbio, 2001).

Os nutrientes são caracterizados por funções químicas específicas, estruturas e propriedades físico-químicas particulares que determinam suas funções no organismo. Cada alimento é formado por diversos nutrientes em quantidades diferentes, dessa forma podemos concluir que nenhum alimento é igual a outro. A determinação do teor de umidade é o ponto de partida da análise dos alimentos. É de grande importância, uma vez que a preservação do alimento depende da quantidade de água presente e, além disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, tem-se que levar em consideração os respectivos teores de umidade (Moreto, et al., 2008).

Diversos fatores influenciam as características físicas e físico-químicas de frutos, dentre os quais se destacam a constituição genética, condições edafo-climáticas, tratos culturais e tratamento pós-colheita (Lira Júnior et al., 2005).

Os índices chamados físico-químicos, referentes a transformações morfológicas e fisiológicas pelas quais os frutos passam durante seu desenvolvimento, podem auxiliar na determinação do ponto de maturação. Dentre os físicos, pode-se citar o formato dos frutos (incluindo o diâmetro longitudinal e transversal) e a espessura da polpa e da casca. Com relação aos índices físico-químicos, os mais utilizados são pH, acidez titulável e sólidos solúveis. Todos são de fácil obtenção, podendo ser indicadores do ponto de colheita, se monitorados durante o desenvolvimento do fruto, pois, próximo deste, o teor de sólidos solúveis aumenta, o pH varia pouco e a acidez tem uma rápida redução (Chitarra e Chitarra, 2005).

A medida do pH é importante, dentre outros fatores, no acompanhamento da transformação ou deterioração do alimento com crescimento de microrganismos. Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade, inclusive, produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração (Cecchi, 2003).

Nesse sentido, os juás são nutritivos, de sabor agradável e bastante apreciados pelas pessoas de maior convívio com o setor rural. São consumidos por inúmeros de espécies de animais silvestres, animais domésticos, especialmente,

caprinos, ovinos e suínos. Durante as grandes secas do passado, seus frutos suculentos, saborosos, nutritivos e digestivos serviram para saciar a fome e a sede da população humana e animal do sertão. Análises físico-químicas revelaram que os frutos de *Ziziphus joazeiro* quando maduros apresentam um elevado teor de sólidos solúveis e uma baixa acidez, o que indica a sua boa palatabilidade (Moniz, 2002). Com os frutos maduros é possível a elaboração de vinho tipo moscatel (Mendes, 1996).

Após a frutificação, nas fases de desenvolvimento e maturação dos frutos, os componentes físicos e químicos sofrem mudanças qualitativas e quantitativas acentuadas, como na coloração e acréscimo nos açúcares e outros compostos. A espécie *Ziziphus joazeiro*, o juazeiro, na análise de sólidos solúveis totais, apresentou 19,6° Brix, valor relativamente alto e que determina a boa palatabilidade do fruto. Essas características apresentadas pelos frutos do juazeiro, somadas ao alto teor de vitamina C, justificam a importância de se estimular a produção e consumo dos frutos pelo homem e não apenas a sua utilização na alimentação animal (Moniz, 2002).

Para os sólidos solúveis totais (SST) pesquisados por Silva et al., (2011), no fruto do juazeiro, todos os acessos (árvores selecionadas) apresentaram valores acima do estabelecido pela legislação vigente, a qual define o padrão de identidade e qualidade (PIQ) de qualquer produto de origem vegetal e estabelece parâmetros de classificação e padronização de polpas (Brasil, 1999). Ainda, conforme os mesmos autores, os valores de sólidos solúveis totais para o juá foram superiores aos encontrados para fruto de umbuzeiro (10,10%) por Costa et al. (2004) e umbucajá (11,25%) por Lima et al. (2002). Cavalcanti et al. (2011), na obtenção da farinha de juá, observaram valores acima de cinquenta graus Brix no fruto integral desidratado.

Em frutos do juazeiro colhidos nos municípios de Tanquinho e Mari (BA), Moniz (2002) analisou a umidade (78,98%), pH (5,18), SST (19,6° Brix) e acidez total titulável (0,016%).

2.3 FERMENTAÇÃO LÁCTICA COMO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO

O Processamento de alimentos continua dependente de uma variedade de tecnologias de conservação para garantir que a alimentação seja mantida a um nível de qualidade aceitável e segura, desde o momento da sua fabricação até ao momento do consumo. Uma das mais antigas dessas tecnologias é a fermentação, um processo tão antigo quanto revolucionário, em que bactérias, fungos ou leveduras alteram a estrutura dos alimentos ou dão a eles características gustativas melhores, estendendo, inclusive, seu tempo de vida. Entende-se por fermentação, o processo no qual uma ou mais espécies de microrganismos desenvolvem-se, de forma controlada ou não, consumindo um substrato e sintetizando um produto desejado (Azeredo, 2004).

Para Potter e Hotchkiss (1999) a derivação da palavra fermentação significa um leve borbulhamento ou condições de ebulição. O termo foi primeiro aplicado à produção de vinho por mais de centenas de anos. A ação de formação de bolhas era devido ao CO₂ liberado durante a conversão do açúcar.

A compreensão do processo de fermentação natural, no entanto, é relativamente recente para a história da humanidade e deve-se às pesquisas do químico e microbiologista francês, Louis Pasteur, 150 anos atrás (Fidalgo, 2013), desenvolvendo o processo de pasteurização e pela primeira vez, o papel essencial de microrganismos no processo de fermentação foi esclarecido, período que coincide com a revolução industrial (Ross e Morgan, 2002).

É provável que o primeiro produto de fermentação a ser descoberto foi o álcool a partir de frutos fermentados. As habilidades no processo de fermentação, mais sofisticados, que usam cereais para produzir álcool foram desenvolvidas por volta de 4000 a. C., como a cerveja produzida no Egito e vinho de arroz no nordeste da Ásia. Passaram-se algumas centenas de anos até que qualquer conhecimento básico de fermentação tenha sido ganho. Por tentativa e erro isto foi gradualmente aprendido para o uso das vantagens da fermentação natural. Não somente o grau de preservação de muitos alimentos, antes perecíveis, foi acompanhado, como também, o homem foi se tornando acostumado aos atributos de textura e sabor dos produtos fermentados. Os processos fermentativos, se para propósitos preservativos ou não, ao contrário dos outros métodos de preservação, encoraja a multiplicação

microbiana e a sua atividade metabólica em alimentos. Mas os microrganismos encorajados são de um grupo seletivo e suas atividades metabólicas e produtos finais são altamente desejáveis. (Potter e Hotchkiss, 1999).

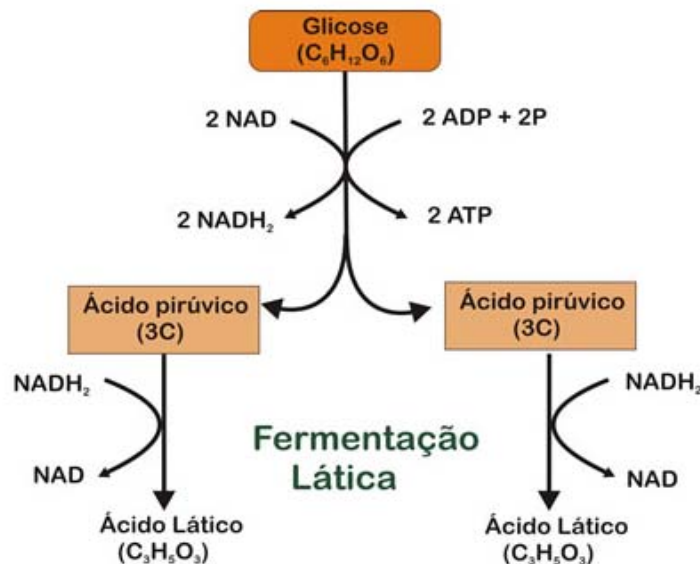
Sob o aspecto bioquímico, o termo significa um processo de geração de energia em compostos orgânicos que agem como doadores de elétrons e receptores, isto é, um processo anaeróbico onde a energia é produzida sem a presença de oxigênio ou outros aceptores de elétrons inorgânicos. Fenômeno natural e complexo, a fermentação não foi criada pelo homem. Foi ele, porém, que, depois de muito observar, aprendeu a controlar alguns desses processos para, entre outras razões, conservar os alimentos por um tempo maior (Fidalgo, 2013).

Ao contrário da respiração, na fermentação a decomposição é parcial e os produtos formados podem ser ácidos diversos, álcool, vitamina ou antibiótico e dióxido de carbono, liberando uma certa quantidade de energia, menor do que a liberada na respiração. No processo bioquímico da fermentação, os microrganismos retiram do meio em que vivem o material nutritivo de que necessitam, ao mesmo tempo em que, sob a ação catalítica de suas próprias enzimas, elaboram essas substâncias (Silva, 2000).

A despeito dos alimentos fermentados se colocarem entre os mais antigos alimentos processados e, há milênios, formando uma parte tradicional da dieta na maioria dos países, continuam sendo um dos principais setores da indústria processadora de alimentos, tendo como exemplo produtos de panificação, bebidas alcoólicas, iogurtes, queijos, molho de soja, conservas vegetais tipo azeitonas e pickles, entre outros (Fellows, 2007).

A fermentação é um processo de obtenção de energia utilizado por algumas bactérias e outros organismos. Ele ocorre com a quebra da glicose (ou outros substratos como o amido) em piruvato, que depois é transformado em algum outro produto, como o álcool etílico e lactato, definindo fermentação alcoólica e láctica (a fermentação também pode ser butírica, oxálica, acética, etc.). Da fermentação realizada com bactérias lácticas homofermentativas, resulta o ácido láctico, como elemento intermediário, aparece o ácido pirúvico, que, por ação de uma desidrogenase, se transforma em ácido láctico (Evangelista, 2005). A Figura 3 apresenta o esquema da fermentação láctica.

Figura 3 - Esquema da fermentação láctica.



Fonte: Sobiologia (2013).

De acordo com a Figura 3, a glicólise, para que se inicie há necessidade de duas moléculas ATP. Uma molécula de glicose libera energia para formar quatro moléculas de ATP, duas das quais repõem as utilizadas na própria ativação inicial da glicose, ficando um saldo final de 2 ATP. Além disso, são formadas duas moléculas de NADH₂, que são transportadoras de hidrogênio.

A flora microbiana presente em vegetais corresponde a mesma do solo onde cresceram e de onde foram retirados para o consumo, embora ocorra exceções. Por outro lado, as bactérias acidolácticas, responsáveis pela fermentação, não são encontradas facilmente no solo, mas são uma parcela significativa da biota bacteriana de plantas e seus produtos. A grande exposição desses produtos ao ambiente proporciona uma contaminação por microrganismos, entretanto, a camada protetora de muitas frutas e vegetais e o pH que alguns possuem, com valores abaixo do pH de crescimento de muitos microrganismos, são fatores importantes na microbiologia desses produtos (Jay, 2005).

No contexto da produção de alimentos fermentados, as espécies responsáveis pela fermentação láctica estão presentes naturalmente na superfície das hortaliças e frutos em número relativamente baixo. De fato, as proporções delas

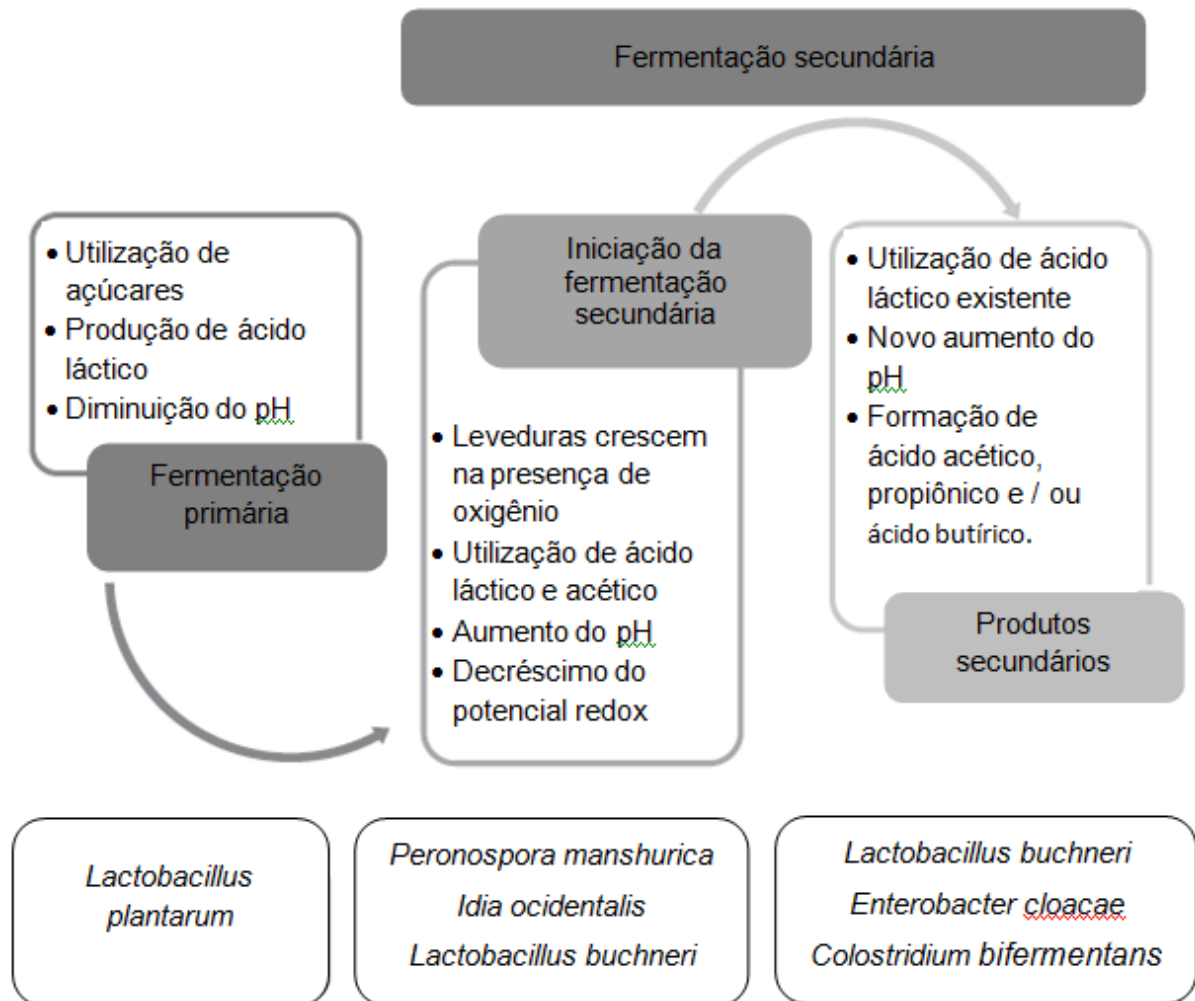
em relação às espécies aeróbias indesejáveis são extremamente baixas que, para estimar o número de organismos fermentativos, técnicas especiais devem ser usadas para inibir o crescimento das bactérias aeróbicas e permitir o crescimento das espécies fermentativas. Dessa forma, no acondicionamento de frutos e hortaliças para a fermentação, é essencial estabelecer condições ambientais desfavoráveis à flora aeróbia e, ao mesmo tempo, favoráveis às bactérias lácticas (Goldoni, 2007).

Goldoni (2001) afirma que as poucas espécies responsáveis pela fermentação láctica se desenvolvem numa sequência natural, e o papel de cada uma é primariamente governado pelas condições ambientais. Dentre os três grupos encontrados no meio em fermentação, o grupo láctico é o mais importante e, dentro do mesmo, determinadas espécies são responsáveis pela maior produção de ácido láctico e pelas características do produto. Os demais grupos são indesejáveis, pois o seu crescimento se dá em detrimento das bactérias lácticas. As enterobactérias terão o seu desenvolvimento inibido quando o pH do meio atingir valores em torno de 4,5.

No monitoramento da fermentação láctica espontânea de maxixe integral e em rodela, sob a influência de cloreto de sódio (5%, p/v), os maiores valores de acidez (% em ácido láctico) obtidos por Lima et al. (2006) foram 0,49% e 0,40%, respectivamente.

A ação das bactérias ácido-lácticas, após a inibição das enterobactérias, propicia um ambiente adequado a uma fermentação secundária com a participação de leveduras, cujo processo está esquematizado na Figura 4, de acordo com Franco e Perez-Diaz (2012).

Figura 4 - Esquema da fermentação secundária observada em pepino.



Fonte: Franco e Perez-Diaz (2012).

As leveduras podem desempenhar um papel duplo em azeitonas em conserva. Estão presentes durante todo o processo fermentativo e admite-se, geralmente, que podem produzir compostos com características organolépticas importantes e determinantes da qualidade e sabor do produto final. No entanto, as leveduras, também, podem ser microrganismos deterioradores de azeitonas fermentadas em armazenamento, originando bolsões de gases e o consequente estufamento de embalagens, salmoura turva e odores indesejáveis (Arroyo-López (2008).

A conservação por fermentação baseia-se no antagonismo entre espécies microbianas, em que uma ou mais espécies inibem as demais, por meio da competição por nutrientes e da produção de metabólitos antimicrobianos a partir de substratos presentes no alimento. Tais metabólitos, geralmente ácidos orgânicos,

alcoóis e CO₂, limitam o crescimento da flora patogênica e/ou deterioradora. (Ross et al., 2002).

As fermentações espontâneas, iniciadas sem o uso de uma cultura selecionada (cultura *starter*), têm sido usadas há milênios por meio da tentativa e erro e ainda hoje estão presentes em processos fermentativos realizados em pequena e grande escala, a exemplo da produção de pepino e de azeitona fermentados comercialmente nos Estados Unidos e Europa, respectivamente. Uma fermentação espontânea resulta de atividades competitivas de várias espécies contaminantes, e aquelas com melhor adaptabilidade ao substrato e às condições de fermentação, eventualmente dominam o processo. Geralmente, as bactérias dominam os primeiros estádios da fermentação, graças à sua taxa de crescimento relativamente alta, seguida pelas leveduras, no caso de substratos ricos em açúcares fermentáveis (Azeredo, 2004).

No caso específico da fermentação de azeitonas, as bactérias acidolácticas são mais notórias durante a fase intermediária da fermentação. As espécies *Lactobacillus mesenteroides* e *Pediococcus cerevisiae* são as primeiras bactérias acidolácticas a se tornarem proeminentes, seguidas dos *Lactobacillus*, sendo o *L. plantarum* e *L. brevis* os mais importantes (Jay, 2005).

As bactérias lácticas produzem compostos antimicrobianos, bacteriocinas, que cumprem um papel essencial na garantia, inocuidade e extensão de vida de prateleira dos produtos fermentados. O aumento da demanda de consumo de produtos naturais e isentos de aditivos tem despertado um grande interesse no uso desses microrganismos, que produzem uma variedade de fatores antagônicos, como substâncias antibióticas, proteínas bactericidas e produtos finais do metabolismo, especialmente, o ácido láctico. Embora as bacteriocinas sejam encontradas em várias bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, nos últimos anos, as sintetizadas pelas bactérias lácticas têm recebido atenção especial, graças à sua aplicação potencial na indústria de alimentos, como conservadores naturais (Azeredo, 2004).

2.3.1 Fermentação láctica em salmoura e por outros métodos

A condução da fermentação láctica, em escala produtiva, pode ser realizada por meio dos dois processos tradicionais, o método da salmoura, que é empregado para a maioria das hortaliças e frutos, por exemplo, pepino e azeitonas verdes e o

método da salga seca, com aplicação na produção de chucrute, a partir do repolho. A ação do sal (cloreto de sódio) lixívia o conteúdo celular, dificulta a multiplicação de germes patogênicos, favorece o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela fermentação, especialmente, as bactérias lácticas e contribui na melhoria da consistência do produto final. As fermentações, em ambos os casos, podem ser conduzidas em recipientes de madeira, tanques em alvenaria ou em aço inoxidável de diferentes tamanhos, de acordo com a quantidade de matéria-prima e, ainda, em bobonas plásticas. Quanto à temperatura de fermentação, recomenda-se não exceder a 25° C e o final do processo fermentativo pode ser verificado por controle visual e controle físico-químico: pH e acidez total expressa em ácido láctico (Goldoni, 2001).

Para Ferreira (2001), os microrganismos envolvidos na produção dos alimentos atuam parcialmente sobre um ou mais dos seus componentes básicos: hidratos de carbono, proteínas e gorduras, mas nunca de maneira total sobre os componentes. Com isso, pela incapacidade de oxidarem totalmente, estes componentes alimentares, substâncias como os ácidos orgânicos e etanol mais energia, evoluem da degradação destes componentes. Essas substâncias vão modificar o *flavor*, as características reológicas do substrato, além de terem efeito de conservação, impedindo o desenvolvimento de outros microrganismos, que, caso crescessem, poderiam deteriorar o produto, tornando-o impróprio para o consumo.

O molho de soja, típico produto obtido por fermentação, é consumida em todo o mundo, sendo produzido mais de um bilhão de litros a cada ano no Japão. Na África produtos de mandioca fermentada (como gari e fufu) são um componente importante da dieta de mais de 800 milhões de pessoas e, em algumas áreas, estes produtos representam mais de 50% da dieta. A fermentação láctica é um processo de conservação de energia de baixo custo e, relativamente, eficiente, o que aumenta a vida de prateleira e diminui a necessidade de refrigeração ou outras formas de tecnologia de preservação de alimentos (FAO, 2008b). O Quadro 1 agrupa produtos *fermentados das diversas regiões do mundo, preservando as suas denominações de origem*.

Quadro 1 - Alimentos fermentados das diversas regiões do mundo

Denominações Regionais	Tipo de Produto
Sub-Continente Indiano	
Acar, Achar, Tandal achar, Garam nimboo achar	Picles de frutas e vegetais
Gundruk	Vegetais secos fermentados
Lemon pickle, Lime pickle, Mango pickle	Conserva de limão, lima e manga
South East Asia /Sudeste Asiático	
Asinan, Burong mangga, Dalok, Jeruk, Kiam-chai, Kiam-cheyi, Kong-chai, Naw-mai-dong, Pak-siamdong, Paw-tsay, Phak-dong, Phonlami-dong, Sajur asin, Sambal tempo-jak, Santol, Si-sek-chai, Sunki, Tang-chai, Tempoyak, Vanilla,	Conserva vegetais e de frutas (Picles)
Bai-ming, Leppet-so, Miang	Folhas de chá fermentadas
Nata de coco, Nata de pina	Suco de fruta fermentado
East Asia	
Bossam-kimchi, Chonggak-kimchi, Dan moogi, Dongchimi, Kachdoo kigactuki, Kakduggi, Kimchi, Mootsanji, Muchung-kimchi, Oigee, Oiji, Oiso baegi, Tongbaechu-kimchi, Tongkimchi, Totkal kimchi	Fermentados em salmoura
Cha-ts'ai, Hiroshimana, Jangagee, Nara senkei, Narazuke, Nozawana, Nukamiso-zuke, Omizuke, Powtsai, Red in snow, Seokbakji, Shiozuke, Szechwan cabbage, Tai-tan tsoi, Takana, Takuan, Tsa Tzai, Tsu, Umeboshi, Wasabi-zuke, Yen tsai	Conserva de frutas e de vegetais (Picles).
Hot pepper sauce	Molho apimentado
África	
Fruit vinegar	Vinagre de fruta
Hot pepper sauce	Molho apimentado
Lamoun makbouss, Mauoloh, Msir, Mslalla, Olive.	Conserva de frutas e de vegetais
Oilseeds, Ogili, Ogiri, Hibiscus seed	Frutas e sementes fermentadas.
Wines Fermented fruits	Vinhos de Frutas
Américas	
Cucumber pickles, Dill pickles, Olives, Sauerkraut,	Conservas de pepino, endro e azeitonas, chucrute.
Lupin seed, Oilseeds, Pickled oilseed	Sementes oleaginosas em conserva.
Vanilla, Wines	Fermentados alcoólicos de frutas e vegetais
Oriente Médio	
Kushuk	Fermentados de frutas e vegetais
Lamoun makbouss, Mekhalel, Olives, Torshi, Tursu, Torshi, Tursu	Conservas de frutas e vegetais (Picles).
Wines	Fermentado alcoólico de frutas
Europa e Mundo	
Grape vinegar, Wine vinegar	Vinagre
Mushrooms,	Cogumelos
Olives, Sauerkohl, Sauerruben	Azeitona e repolho em conserva
Wines, Citron	Fermentado alcoólico de frutas.

Fonte: FAO (2008b) com modificações.

Na produção industrial, picles, azeitonas em conservas e chucrute são os mais importantes produtos de origem vegetal em que a fermentação láctica participa. O produto preparado com matéria-prima fermentada apresentam *flavor* e textura agradável e é reputado de qualidade superior a dos que são preparados diretamente das hortaliças, sem que as mesmas sofram qualquer fermentação, apenas imersas em salmoura com a presença de ácido acético (vinagre) ou um outro ácido orgânico (Goldoni, 2001).

Silva et al. (2012) avaliou a concentração variada de cloreto de sódio no processamento de azeitonas verdes colhidas no estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil. A influência da substituição parcial do NaCl pelo CaCl₂ foi observado por Mcfeeters e Pérez-Díaz (2010) na fermentação de pepino, enquanto Yoo et al. (2006) estudaram o efeito do NaCl, CaCl₂ e MgCl₂ na textura e em outros atributos sensoriais neste mesmo fruto.

As características sensoriais de azeitonas verdes fermentadas, variedade *gordal green* foram observadas por Moreno-Baquero et al. (2012) sob a influência da mistura de NaCl, CaCl₂ e KCl.

2.4. AVALIAÇÃO SENSORIAL DE ALIMENTOS

A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 12806, define análise sensorial como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos órgãos da visão, olfação, tato, audição e gustação (ABNT, 1993).

A avaliação sensorial baseia-se em técnicas que são fundamentais na percepção psicológica e fisiológica do ser humano. Todo objeto seja ele qual for atua como um estímulo sobre os sentidos produzindo um efeito sobre o observador, uma sensação que é função das características inatas do objeto. A percepção ocorre quando o observador toma consciência da sensação, envolve a filtração, a interpretação e a reconstrução da vasta quantidade de informações que os receptores recebem (Dutcosky, 2007).

O ser humano possui habilidades para comparar, diferenciar e quantificar atributos sensoriais e a análise sensorial aproveita esta habilidade para avaliar

alimentos e bebidas, empregando metodologia adequada aos objetivos do estudo, bem como o tratamento estatístico adequado (Ferreira, 1999).

A percepção humana dos alimentos e de outros produtos é resultante de um complexo processo de interpretação de estímulos. No atual estágio de desenvolvimento científico, as percepções de estímulos multi-dimensionais como os processados pelo sistema nervoso humano são difíceis ou impossíveis de serem mensuradas por meio de medidas instrumentais. A avaliação sensorial manipula uma grande sequência de estímulos cuja interpretação se relaciona à história pessoal e ao conjunto de referências, experiências e expectativas do provador. Dessa forma, esse julgamento complexo é o objeto da análise, cuja riqueza resulta da cadeia de percepção, ao contrário do que se espera da simples avaliação de uma relação estímulo-resposta (Pineli e Ginani, 2013).

3 Material e Métodos

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. Frutos do juazeiro (juá)

Os Frutos (juá), em estádios de maturação semi-maduro (“de vez”) e maduro, foram coletados manualmente em juazeiros existentes na fazenda da Escola Agrícola de Jundiáí, município de Macaíba, com a seguinte localização geográfica: Lat.: 5° 51’ 36” Sul e 35° 20’ 59” Oeste a 15 m acima do nível do mar (Figura 5), distante 30 km de Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte. Após a coleta, os frutos foram estocados sob refrigeração e no dia seguinte foram submetidos ao processo de fermentação láctica espontânea.

Figura 5 - Localização do município de Macaíba no mapa do estado do Rio grande do Norte.



Fonte: IBGE (2012)

3.1.2. Ingredientes da formulação das salmouras de fermentação

Os ingredientes usados na formulação das salmouras de fermentação dos frutos e de conservação (cobertura), tais como, água mineral, cloreto de sódio, cloreto de cálcio, cloreto de potássio, ácido cítrico e ácido láctico foram todos de grau alimentício.

3.1.3. Embalagem e material descartável

A embalagem (pote em vidro e tampa metálica) destinada ao acondicionamento dos frutos fermentados, na forma de conserva alimentícia, foi adquirida no comércio local (Natal) especializado.

Na realização dos testes de avaliação sensorial foi utilizado material descartável, como copos, pratos e palitos.

3.1.4. Reagentes

Os reagentes para as análises, com padrão analítico (P. A.), foram de diversas procedências (Vetec, Sigma, Merck, etc).

3.1.5. Equipamentos

Na caracterização química e na determinação de minerais do fruto do juazeiro foram estes os principais equipamentos utilizados:

- Estufa com convecção forçada - na secagem das amostras, marca Biofoco (BF2ECF64)
- Balanças semi-analítica e analítica, marcas Marte (AY220) e Tecnal (B - Tec - 210)
- Forno mufla - na incineração das amostras, marca EDG (EDG 3P-S);
- Extrator gordura, tipo Soxhlet, marca Solab (SL145/6) ;
- Determinador de fibras, marca Lucadema (NL 61/02);
- Fermentador - na fermentação dos frutos - recipientes plásticos;
- Sistema Kjeldahl - na determinação de proteínas - marca Tecnal (TE - 036/1);
- Sistema ICP - OES - na determinação de minerais, marca Thermo Analítica, modelo iCAP 6300 - na determinação dos minerais no fruto *in natura*;
- Espectrofotômetro de absorção atômica - na determinação de cálcio no fruto fermentado, marca Varian AA 240;
- Fotômetro de chama - na determinação de sódio e potássio no fruto fermentado - marca Analyser, modelo: 910 M.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Caracterização Física do Fruto *In Natura* e Fermentado

3.2.1.1. Diâmetro e firmeza

As medidas dos diâmetros, longitudinal (DL) e transversal (DT), foram determinadas com auxílio de paquímetro (Vernier) em amostras representativas do fruto em estágio de maturação semi-maduro e maduro, na forma *in natura*. A firmeza foi determinada em frutos *in natura* e fermentados por penetrômetro manual, modelo FT (3 - 27 lbf) com ponteira de 7 mm de diâmetro, quando foi realizada uma leitura na porção basal do fruto com a casca.

3.2.1.2. Pesagem dos frutos e rendimento em polpa

O peso médio dos frutos, expresso em grama, foi obtido por meio da pesagem individual dos frutos inteiros (25 unidades) e dos caroços (endocarpo + semente).

O rendimento em polpa (parte comestível) foi determinado por diferença entre a massa (g) média dos frutos e dos caroços. O epicarpo (casca) do fruto foi pesado com a polpa já que é comestível e de difícil separação.

3.2.2. Caracterização físico-química do fruto *in natura* e fermentado

3.2.2.1. Sólidos solúveis

O teor de Sólidos Solúveis, em frutos *in natura* e fermentados, no estágio de maturação semi-maduro e maduro foi determinado por refratometria em amostras trituradas, utilizando-se de refratômetro manual tipo (de) ABBE digital, com resolução de 0,2% de Brix e compensação de temperatura automática para o intervalo de 10 a 30°C, indicado para a medição da concentração de açúcar em frutas. Os resultados foram expressos em graus Brix (°Brix), conforme técnicas padronizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (2005).

3.2.2.2. Acidez titulável (AT)

- **No fruto *in natura*:** esta característica foi determinada por titulação com solução padronizada de NaOH a 0,1 N, tendo como indicador a fenolftaleína a 1% (v/v). Utilizou-se 10 g, por amostra, triturada, diluída em 100 mL de água destilada, conforme técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (2005). Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100 g de fruto.

- **Cálculo por 100 g de amostra:**

$$\text{Acidez (\% m/m)} = \left[\frac{V_x f_x 100}{P_x 10} \right], \text{ onde}$$

V = volume (ml) de NaOH consumido na titulação;

f = fator da solução de NaOH 0,1N;

P = massa em grama da amostra;

- **Na salmoura de fermentação:** por se tratar de material líquido (salmoura) utilizou-se diretamente 10 ml, por amostra, na titulação (NaOH a 0,1 N), conforme o recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (2005). Os resultados foram expressos em gramas de ácido láctico por 100 ml da salmoura de fermentação dos frutos.

Cálculo por 100 g de amostra:

$$\text{Ácido láctico (\% m/m)} = \left[\frac{V_x f_x 0,9}{P} \right], \text{ onde}$$

V = volume (ml) de NaOH consumido na titulação;

f = fator da solução de NaOH 0,1N;

P = massa em mililitro da amostra.

3.2.2.3. pH

- **No fruto in natura:** amostras (10 g) foram trituradas, diluída em 100 mL de água destilada e medido o pH conforme técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (2004).
- **Na salmoura de Fermentação:** utilizou-se 10 ml por amostra (salmoura), conforme técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), utilizando-se potenciômetro portátil digital microprocessado.

3.2.3. Composição Centesimal dos Frutos

As determinações referentes à composição centesimal do fruto *in natura* e fermentado foram conduzidas segundo as técnicas analíticas definidas pelo Instituto Adolfo Lutz (2005).

3.2.3.1. Umidade

Amostras de frutos *in natura* foram pesadas e transferidas para estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C, até peso constante (g).

Cálculo por 100 g de amostra:

$$Umidade (\%) = \left[\frac{100 \times N}{P} \right], \text{ onde}$$

N = massa em grama de umidade (perda de massa em grama);

P = massa em grama da amostra

3.2.3.2. Proteínas

Em amostras secas, determinaram-se o teor de nitrogênio orgânico total (N) pelo método de Kjeldahl modificado, utilizando-se digestor e destilador. Considerando que as proteínas têm 16% de nitrogênio, em média, o conteúdo de proteína total foi obtido multiplicando-se o valor de N pelo conversor 6,25.

Cálculo por 100 g de amostra:

$$Proteínas (\% m / m) = \left[\frac{V \times 0,14 \times f}{P} \right] \times 6,25, \text{ onde}$$

V = volume (ml) de HCl consumido na titulação;

f = fator de correção do HCl;

P = massa em grama da amostra;

6,25 = conversor de nitrogênio total em proteína bruta.

3.2.3.3. Lipídios

O teor de lipídios foi determinado após a extração contínua com solvente, éter de petróleo, em aparelho do tipo Soxhlet, seguida da remoção por evaporação do solvente empregado e posterior pesagem do resíduo obtido nas condições da determinação.

Cálculo por 100 g de amostra:

$$\text{Lipídios (\% m / m)} = \left[\frac{100 \times N}{P} \right], \text{ onde}$$

N = massa em grama de lipídios

P = massa em grama da amostra

3.2.3.4. Fibra bruta

Foi iniciada a determinação de fibra bruta após a secagem e extração de lipídios do material. As amostras foram pesadas, dispostas em pratos metálicos perfurados e transferidas para a câmara de digestão (cuba metálica) onde permaneceram por 4 horas imersas em água destilada a uma temperatura de 105 ° C, sob agitação vertical recíproca (25 opm). Após o período de imersão (por 4 horas) as amostras foram colocadas em placa de Petri e transferidas para secagem em estufa a 105 ° C por 2 horas e, posteriormente, resfriadas em dessecador e pesadas (após 30 minutos), repetindo-se este procedimento (pesagem) até que a massa permanecesse constante.

Cálculo:

$$\text{Fibra bruta (\% m/m)} = \left[\frac{100 \times N}{P} \right], \text{ onde}$$

N = massa em grama de fibra

P = massa em grama da amostra

3.2.3.5. Carboidratos

Os carboidratos (Nifext), correspondendo ao extrato livre de nitrogênio, foram determinados pelo método da diferença: 100 - umidade - proteínas - lipídeos - cinzas - fibras.

3.2.3.6. Cinzas

Por gravimetria, a determinação de cinzas foi combinada com a determinação direta de umidade. O resíduo obtido na determinação de umidade, previamente carbonizado, foi incinerado em mufla a 550° C por 4 horas ou até a eliminação completa do carvão.

- **Cálculo das cinzas no resíduo seco:**

$$Cinzas(\% m/m) = \left[\frac{100xN}{P} \right], \text{ onde}$$

N = massa em grama de cinzas

P = massa em grama da amostra

- **Cálculo das cinzas no fruto**

$$Cinzas(\% m/m) = \left[\frac{ESxC}{100} \right], \text{ onde}$$

ES = extrato seco no fruto (% m/m)

C = cinzas na amostra seca (% m/m)

3.3. MINERAIS

- **No fruto *in natura***

As cinzas obtidas, conforme item 3.2.2.6., foram umedecidas com 0,5 ml de água desmineralizada e dissolvidas em 5 ml de uma solução de HCl / HNO₃ a 10% (v/v) e filtradas para balão volumétrico de 100 ml e o volume completado com HNO₃ a 5% (v/v) para que a concentração de ácido seja igual a das soluções-padrão, conforme Brito (2010). As determinações de minerais no fruto *in natura*, conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005), foram realizadas na por espectrometria de emissão ótica com plasma de argônio indutivamente acoplado (ICP/OES).

As condições de operação do ICP/OES estão apresentadas no Quadro 2 e os comprimentos de onda para cada mineral, o limite de detecção e de quantificação são apresentados no Quadro 3.

Quadro 2 - Condições de operação do ICP/OES

Parâmetro	Condição
Potência do Plasma	1150 W
Gás refrigerante	4,0 L min ⁻¹
Gás auxiliar	0,5 L min ⁻¹
Visão	Axial
Pressão do Nebulizador	0,16 uPa (pascal)

Fonte: Instruções do equipamento.

▪ **No fruto fermentado**

Foram determinados os teores de sódio e potássio por fotometria de chama e de cálcio por espectrofotometria de absorção atômica no fruto fermentado, visando analisar a absorção destes por intermédio da salmoura de fermentação (Quadro 1).

Quadro 3 - Comprimento de onda para cada mineral, limite de detecção e de quantificação dos elementos determinados por ICP-OES.

Mineral	λ (nm)	LD (mg L⁻¹)	LQ (mg L⁻¹)
Cálcio	317,933	0,0029	0,0087
Cobalto total	228,616	0,0004	0,0012
Cobre	327,396	0,0004	0,0012
Cromo	359,349	0,0010	0,0030
Ferro	259,940	0,0008	0,0024
Magnésio	279,553	0,0007	0,0021
Manganês	257,610	0,0001	0,0003
Molibdênio	202,034	0,0005	0,0015
Níquel total	216,556	0,0010	0,0030
Potássio	766,491	0,0020	0,0060
Selênio	189,989	0,0070	0,0210
Sódio	589,592	0,0120	0,0360
Zinco total	206,200	0,0003	0,0009

3.4 FERMENTAÇÃO LÁCTICA DO FRUTO DO JUAZEIRO

A partir da colheita, foram selecionados os frutos (juás) que não se apresentavam com injúrias por danos físicos, ataque de insetos ou presença visual de microrganismos (bolor). Após a armazenagem, sob refrigeração, a lavagem e sanitização (100 ppm de NaClO), pesou-se 1.500 gramas da matéria-prima (juás), individualmente por tratamento, os quais foram submetidos à fermentação láctica espontânea em salmoura (Goldoni e Bonassi, 2007).

A formulação da salmoura de fermentação foi definida conforme o planejamento de misturas para três componentes (Quadro 4), totalizando 9 tratamentos, conforme Bautista-Gallego et al. (2011) e Chiu e Gioielli (2008), com modificações nas concentrações. A soma total dos componentes das misturas (100%) dos sais foi equivalente à proporção de NaCl (10%) na salmoura de fermentação usada, normalmente, na produção industrial de azeitonas verdes fermentadas.

A escolha dos cloretos de cálcio e de potássio para compor a mistura juntamente com o cloreto de sódio se deve a possibilidade da substituição deste. Os três primeiros tratamentos (Quadro 4) representam os componentes isoladamente, os três tratamentos seguintes são misturas binárias e os três tratamentos restantes são constituídas por misturas ternárias.

Quadro 4 – Misturas de sais presentes na salmoura de fermentação (10%) do fruto do juazeiro.

Tratamento	Concentração da Salmoura (g L ⁻¹) (Misturas)		
	NaCl	CaCl ₂	KCl
1	100	0	0
2	0	100	0
3	0	0	100
4	50	50	0
5	50	0	50
6	0	50	50
7	50	25	25
8	25	50	25
9	25	25	50

O processo ocorreu em fermentadores, esterilizados e fechados, com capacidade para cinco litros, os quais receberam os frutos submersos na salmoura numa proporção (volume de salmoura (L) : frutos), de 1,8:1(Goldoni, 2001), por 45 dias, em temperatura ambiente variando entre 26 a 30° C.

No decurso da fermentação, por 45 dias, em intervalos de dois dias foram retiradas amostras de salmoura para as determinações da acidez expressa em ácido láctico e do pH, conforme metodologia apresentada nos itens 3.2.2.2 e 3.2.2.3, respectivamente. Para a análise dos dados foi considerado o registro correspondente aos intervalos de 0, 2, 4, 5, 7, 9, 13, 19, 26, 33, 40 e 45 dias de fermentação. No monitoramento da concentração de sal da salmoura, utilizou-se refratômetro manual tipo Abbe. Os valores encontrados nessas análises, bem como o controle visual do aspecto das fermentações, serviram para avaliar o final do processo fermentativo (Goldoni e Bonassi, 2007).

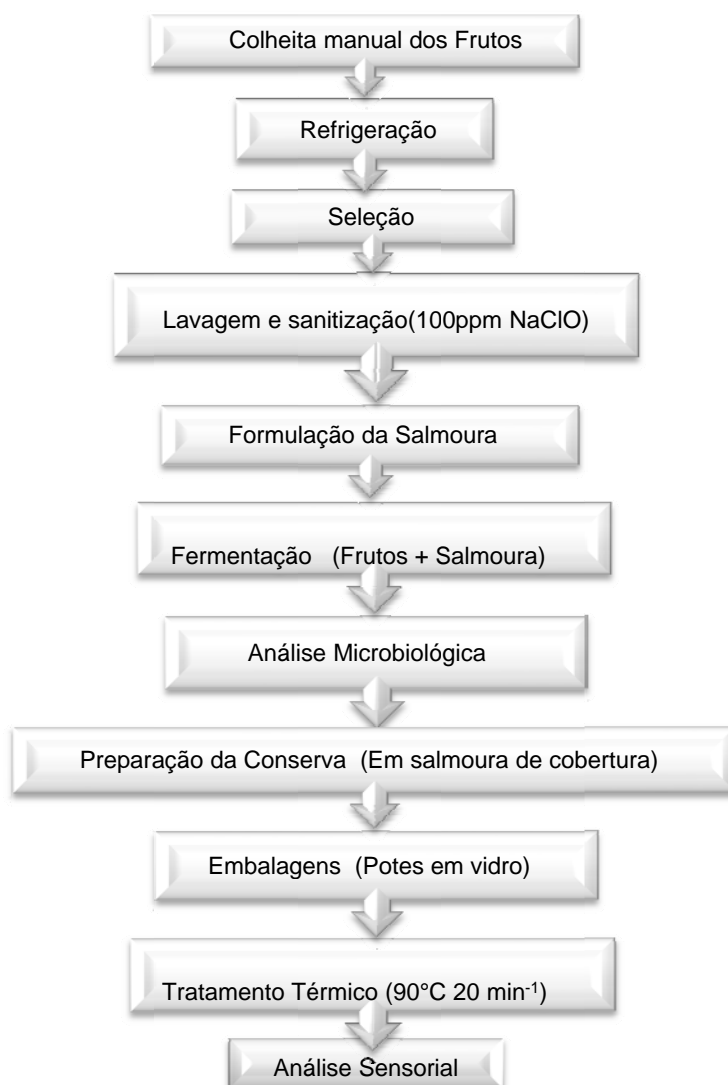
3.4.1 Preparação e acondicionamento dos frutos fermentados (Conserva)

Os frutos fermentados foram acondicionados em potes (vidro) com tampa metálica, previamente esterilizados, e contendo a salmoura de cobertura: água mineral + sal (6,0%) + ácido cítrico e ácido láctico (até pH 3,5). Os potes enchidos com frutos e salmoura receberam tratamento térmico em água (90° C por 20 minutos), resfriados naturalmente e armazenados por 20 dias até a realização das análises microbiológica e sensorial.

Na definição do teor de sal e acidez, para a preparação do produto final (conserva), considerou-se como base o resultado de análise instrumental e sensorial realizado com quatro das principais marcas de conserva de azeitonas verdes disponíveis do mercado local (Natal e Macaíba).

A Figura 6 apresenta o fluxograma de atividades relacionadas ao processo de fermentação láctica do fruto do juazeiro e preparação do produto final.

Figura 6 - Fluxograma de atividades do processamento do fruto do juazeiro



Conforme Figura 6, o fluxograma executado no processo de fermentação engloba as atividades desenvolvidas, desde a colheita manual dos frutos do juazeiro no campo, passando pela higienização e formulação das salmouras, até a preparação e a análise sensorial do produto final.

3.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

3.5.1 Coliformes a 45° C (Termotolerantes)

Para pesquisa de Coliformes (AOAC, 2000) a 45°C (termotolerantes), semearam-se amostras da salmoura de fermentação (tratamentos 1, 2, 3 e 4) em três séries de três tubos de ensaios, contendo tubos de Durham, com caldo

lactosado. Incubou-se a 45° por 24 horas. Após 24h são observados os tubos de Durhan positivos (presença de gás) no teste confirmativo. Em caso positivo, transfere-se uma alçada dos tubos positivos para tubos de ensaios contendo tubos de Durhan com caldo EC. Incubando-se a 45°C por 24 horas. A ocorrência de formação de gás nos tubos de Durhan com turvação de meio indica resultado confirmativo, expresso em NMP/g presença de coliformes à 45°C/100 mL de amostra. Os tubos EC (*Escherichia coli*) identificados como positivos, o que não ocorreu, seriam semeados em ágar eosina azul de metileno e incubado por 24h a 37°C e as colônias típicas submetidas ao teste IMViC para a confirmação da presença de *Escherichia coli*.

3.5.2. Bolores e leveduras

A salmoura de fermentação coletada (tratamentos 1, 2, 3 e 4) para enumeração de bolores e leveduras foi pipetado assepticamente 1 mL das diluições sucessivas (até 1:1000) e distribuído em placas de Petri esterilizadas e identificadas. Foi adicionado a cada placa 15 mL de ágar batata dextrose acidificado com ácido tartárico a 10% (pH = 4,0), ambos esterilizados; após solidificação foram incubadas em estufa a 25°C por 5 dias. As unidades formadoras de colônias (UFC) foram calculadas de acordo com as diluições.

3.6 ANÁLISE SENSORIAL

.Antes da preparação das amostras para análise sensorial verificou-se a acidez do conteúdo de cada embalagem (potes em vidro), expressa em pH, no sentido de se confirmar o requisito da legislação sanitária brasileira (Brasil, 2005), a qual estabelece um valor máximo de pH igual a 4,5 para este tipo de produto.

3.6.1 Avaliação sensorial das conservas fermentadas sob a influência do NaCl, CaCl₂ e KCl

Conservas alimentícias, elaboradas com fruto do juazeiro fermentado em salmoura sob a influência dos cloretos de sódio, cálcio e potássio (Quadro 4) foram avaliadas por um grupo de provadores (painel) formado por professores, técnicos em alimentos e alunos do Setor de Agroindústria da EAJ e do Instituto de Química, ambos vinculados à UFRN.

As características inerentes a esse tipo de produto foram levantadas com base na literatura (Dutcosky, 2007) e discussão com o grupo formado por 21 provadores, resultando na definição de cinco atributos sensoriais (aparência, aroma, textura, acidez e gosto salgado) que melhor caracterizam as conservas fermentadas de origem vegetal. A avaliação foi realizada com a aplicação da Escala do Ideal (ABNT, 1998) com avaliações e discussões em torno dos cinco atributos sensoriais definidos e da percepção do possível gosto amargo residual presente na conserva, procedente do efeito dos sais presentes na salmoura de fermentação.

3.6.2 Avaliação sensorial pelo consumidor da conserva fermentada sob a influência isolada do NaCl

A avaliação sensorial com o consumidor foi realizada em dois restaurantes com amostras da conserva fermentada, exclusivamente, na presença do cloreto de sódio (tratamento 1), que alcançou a pontuação mais favorável na análise anterior entre todas as conservas fermentadas sob a influência dos diferentes sais (NaCl, CaCl₂ e KCl).

As amostras foram submetidas à análise sensorial, pela Escala Hedônica de sete pontos (Dutcosky, 2007) e pela Escala do Ideal (ABNT, 1998), aos clientes dos restaurantes da Associação de Professores da UFRN (APURN), instalado no campus central da UFRN, em Natal / RN e Coisas da Roça, à margem da BR 226, município de Macaíba / RN. As amostras foram servidas em pratos descartáveis na mesa dos clientes durante o almoço. A equipe esclareceu aos participantes sobre a importância da análise sensorial e de que se tratava de uma conserva alimentícia produzida a partir de um fruto nativo do nordeste brasileiro, seguindo a técnica de fermentação láctica espontânea empregada na produção de azeitonas verdes em conserva. Cem consumidores (provadores), nos dois restaurantes, participaram da avaliação no momento da refeição. Cada provador (a) expressou opinião por meio de notas variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 7 (gostei muitíssimo) e confrontou a percepção dos atributos sensoriais (aparência, aroma, textura, acidez e teor de sal) das amostras analisadas com o referencial do ideal com atribuição uma nota.

As fichas utilizadas nas análises sensoriais estão apresentadas nos apêndices.

3.7 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

No delineamento de misturas para a formulação da salmoura de fermentação (Quadro 1) e na análise estatística de parte dos resultados obtidos no presente estudo foi utilizado o *software R V3.0.2*.

Diferentemente dos planejamentos tradicionais, nos experimentos para o estudo de misturas, a variável de resposta é função somente das proporções relativas dos ingredientes presentes na mistura e não da quantidade total da mistura. Planejamentos de misturas devem ser empregados no desenvolvimento de produtos, quando se quer alterar as proporções entre os ingredientes e componentes, tendo em vista que tais proporções são dependentes entre si e que a soma de todas elas deve ser igual a 1 ou 100% (Barros Neto et al., 2007).

4 Resultados e Discussão

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO DO JUAZEIRO

A caracterização do fruto do juazeiro mostra as potencialidades desta espécie para o aproveitamento alimentício, especialmente, na fermentação láctica em salmoura, com base nos aspectos físico, físico-químico e químico verificados, cujos resultados fornecem importantes subsídios para a aplicação de métodos adequados de processamento e conservação desta matéria-prima de origem vegetal.

4.1.1 Caracterização física e físico-química do fruto *in natura*

A Tabela 1 e as Figuras de 7 a 10 apresentam os resultados da caracterização do fruto do juazeiro *in natura* em estágio de maturação semi-maduro e maduro. Testes preliminares de fermentação e avaliação de textura indicaram a inadequação do fruto verde na elaboração de conservas alimentícias objeto do presente estudo.

Tabela 1 - Caracterização física e físico-química do fruto do juazeiro em estágio de maturação semi-maduro e maduro.

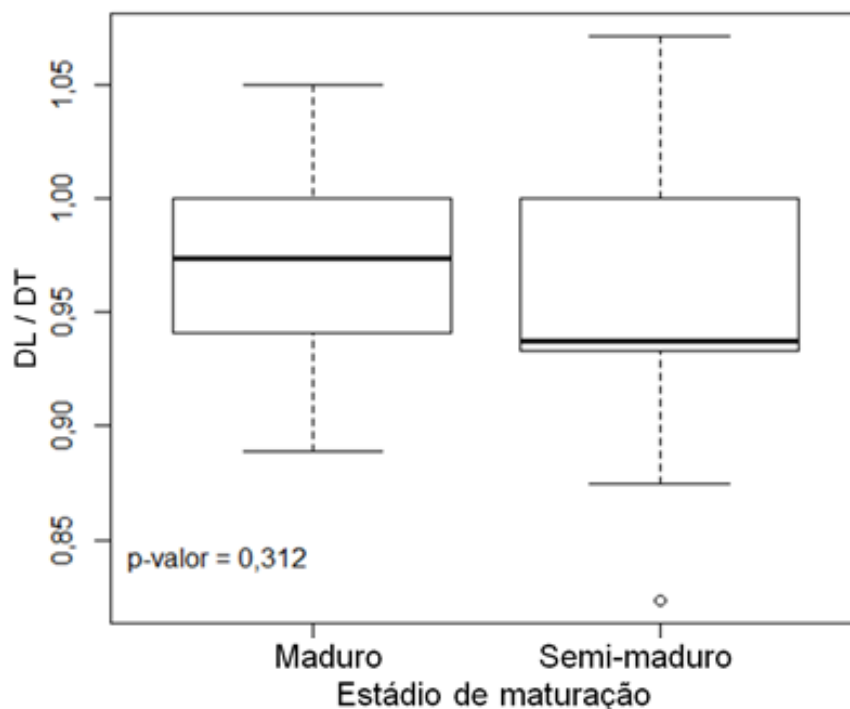
Característica	Estádio de Maturação			
	Semi-Maduro		Maduro	
	Média	dp	Média	dp
Diâmetro Longitudinal (mm)	15,00	1,03	17,25	1,83
Diâmetro Transversal(mm)	15,85	1,31	17,85	1,73
DL / DT	0,95	-	0,97	-
Massa do Fruto (g)	4,13	0,41	5,19	0,72
Massa do Caroço* (g)	0,35	0,02	0,42	0,04
Parte comestível (%)	91,43	-	91,83	-
Firmeza** (lbf)	8,59	0,95	5,45	0,93
Sólidos Solúveis Totais - SST (Brix)	16,82	0,36	18,98	0,53
Acidez Titulável - AT (% em ácido cítrico)	0,15	0,03	0,14	0,01
Relação SST/AT	112,13	-	135,57	-
pH	4,85	0,06	5,30	0,02

dp = desvio padrão.

*Caroço = endocarpo + semente; ** Resistência da parte comestível à penetração.

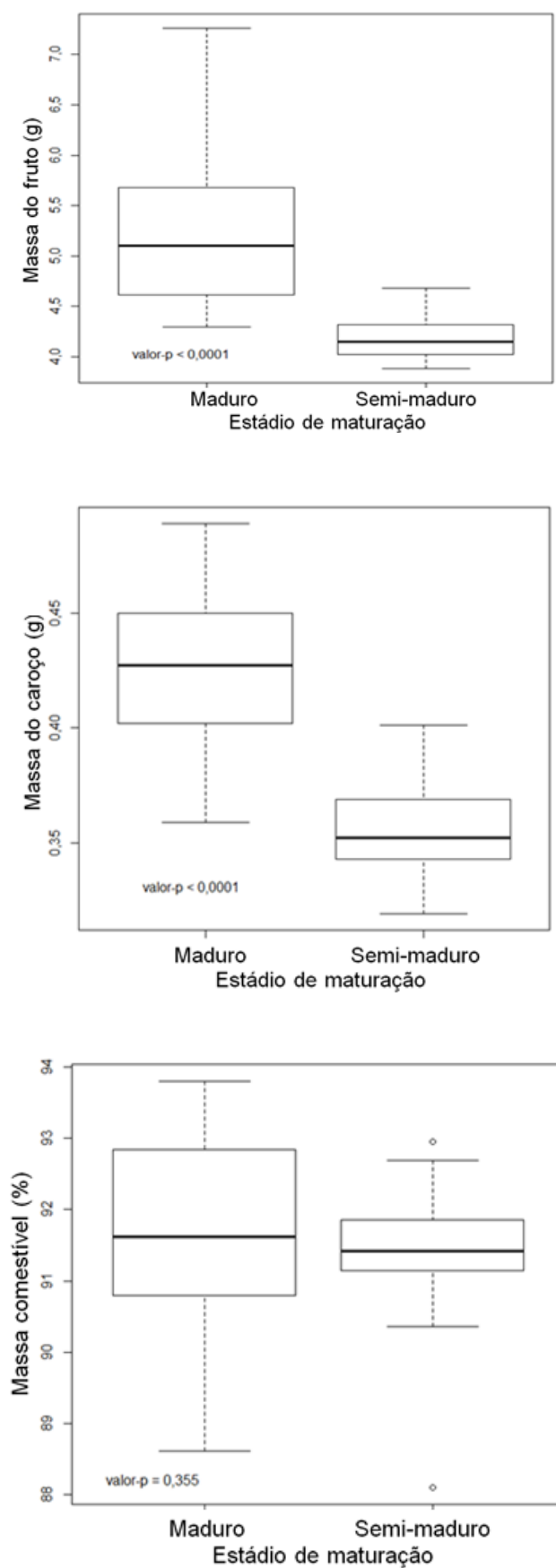
O diâmetro dos frutos (Tabela 1) submetidos ao teste de diferença de médias, ao nível de 5% de significância, evidencia que as médias são iguais, do ponto de vista estatístico, entre os frutos semi-maduros e maduros em relação a razão entre DL/DT (Figura 7). Ao contrário do verificado em relação à sua massa (Figura 8), considerando o mesmo nível de significância (5%), observou-se a diferença entre as médias dos grupos semi-maduro e maduro. De acordo com Moniz (2002), na fase de desenvolvimento e maturação dos frutos, os componentes físicos e químicos sofrem mudanças qualitativas e quantitativas acentuadas, tais como, mudança na coloração e acréscimo de açúcares e outros compostos.

Figura 7 - Relação entre o diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) do fruto do juazeiro semi-maduro e maduro.



A Figura 8 apresenta a massa do fruto e do caroço e a massa comestível (g) do juá semi-maduro e maduro, ressaltando que o epicarpo compõe esta parte (comestível) do fruto, não sendo destacado na forma de casca quando consumido como alimento.

Figura 8 - Massa do fruto e do caroço e a massa comestível (g) do juá semi-maduro e maduro.



Na avaliação da massa comestível do fruto (Figura 8), ao nível de 5% de significância, pode-se afirmar que não há diferença entre as médias dos grupos semi-maduro e maduro em relação à massa do fruto.

Os resultados obtidos na caracterização físico-química mostram que os valores da acidez titulável (AT), em ácido cítrico, 0,14 % no fruto maduro e 0,15% no fruto semi-maduro se aproximam da média dos resultados (0,13%) obtidos por Silva et al.(2011) em frutos de juazeiro colhidos no município de Mossoró-RN e superior ao resultado (0,016%) apresentado por Moniz (2002) analisando amostras de frutos colhidos em Tanquinho-BA.

Os teores de sólidos solúveis totais (SST), na forma de grau Brix observados em fruto semi-maduro (16,82° Brix) e maduro (18,98 °Brix) estão acima dos valores mínimos definidos na legislação (Brasil, 2000) para a polpa de abacaxi (11,00 °Brix), acerola (5,50 °Brix), caju (10,00 °Brix) e goiaba (7,00 °Brix) e dos valores médios verificados em umbu-cajá (11,25 °Brix), umbu (10,60 °Brix), goiaba (8,89 ° Brix), respectivamente, por Lira Junior et al. (2005), Campos (2007) e Silva et al. (2009). Entretanto, o valor médio de sólidos solúveis obtidos por Faraoni et al. (2009) em manga ubá orgânica (19,30 °Brix) superou ao observado no fruto do juazeiro.

As determinações físico-químicas, incluindo o pH e a relação SST/AT (112,13), no juá indicam que esta fruta apresenta características desejáveis para o processamento agroindustrial, especialmente, fermentação, representando uma alternativa a ser explorada na Região Nordeste na área alimentícia.

Os SST, normalmente, elevam com o avanço da maturação, enquanto a AT são reduzidos, sendo assim, a relação SST/AT é diretamente proporcional aos SST e inversamente a AT. A relação SST/AT é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou acidez, pois a relação dá uma boa ideia do equilíbrio entre esses componentes (Chitarra e Chitarra, 2005). Resultados obtidos por Silva et al. (2011) e Sousa et al. (2013) em juás colhidos na região de Mossoró/RN indicaram valores médios da relação SST/AT iguais a 132,24 e 127,39, respectivamente.

A Tabela 2 e as Figuras 9 e 10 mostram os resultados da determinação da firmeza (lbf) do fruto do juazeiro fermentado sob influência de misturas de NaCl, CaCl₂ e KCl. As substâncias pécticas, fortemente correlacionadas com firmeza, são os principais componentes químicos dos tecidos responsáveis pelas mudanças de textura das frutas e hortaliças em estado natural.

Segundo Borguini e Silva (2005), à medida que os frutos amadurecem ocorre degradação dessas substâncias, o que pode ser facilmente observado pelo amolecimento da polpa dos referidos alimentos e ainda acrescenta: “a percepção dos indivíduos relativa à textura das frutas e hortaliças são múltiplas, sendo a sua maioria induzida por características mecânicas, embora também possam ser condicionadas por características geométricas ou químicas”.

Resultados da firmeza do fruto do juazeiro (juá) colhido na região de Mossoró (RN), observados por Silva et al. (2011), apresentaram média geral de 26,64 N, sendo inferior aos valores verificados no fruto semi-maduro (8,45 lbf = 37,81 N) e superior ao fruto maduro (5,10 lbf = 24,24 N), segundo a Tabela 2. A medição da firmeza do fruto com a casca, certamente, influenciou, para mais, os valores elevados deste parâmetro.

Conforme a Tabela 2, a firmeza dos frutos fermentados (tratamentos 1 a 9), sob o efeito das misturas de NaCl, CaCl₂ e KCl se mostrou superior ao *fruto in natura*, evidenciando, portanto, o aumento da resistência da parte comestível do fruto à penetração nos testes realizados sob a influência destes sais. Yoo et al. (2006) relataram melhorias na textura de pepino fermentado na presença de CaCl₂ e MgCl₂.

Tabela 2 - Firmeza* (lbf) do fruto do juazeiro, *in natura* e fermentado, em estágio de maturação semi-maduro e maduro, sob influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl.

Tratamento	Semi- Maduro		Maduro	
	lbf	dp	lbf	dp
<i>In natura</i>	8,59	0,95	5,10	0,93
1	14,03	2,26	5,79	1,42
2	11,79	2,14	7,20	0,96
3	16,56	1,28	10,51	1,57
4	18,18	1,78	11,60	1,66
5	12,11	2,49	9,04	2,30
6	17,15	3,75	10,40	1,13
7	14,10	2,87	9,84	1,33
8	14,44	3,56	8,95	2,15
9	14,30	1,89	8,97	1,13

* Resistência da parte comestível à penetração; N = 4,4482 x lbf

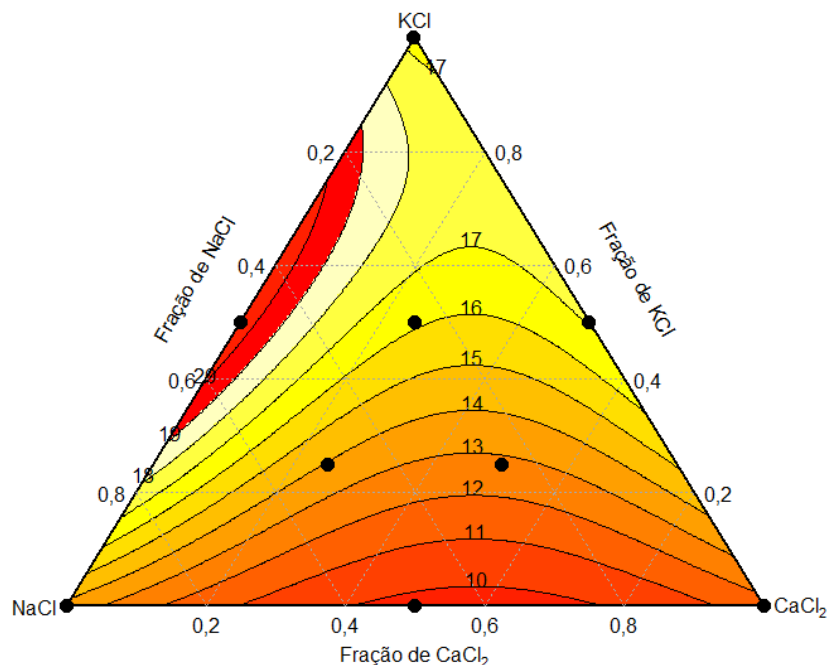
As curvas de contorno, representadas nas Figuras 9 e 10, também, representam a variação da firmeza observada nos frutos semi-maduro e maduro após à fermentação em salmoura formulada com o delineamento de misturas na presença de três componentes: cloreto de sódio, cálcio e potássio

O modelo cúbico especial, preferido quando ocorre a interação entre os três e, também, entre dois dos componentes de uma mistura, foi sugerido pela análise de regressão por se mostrar mais adequado para representar as variações da firmeza na análise do fruto semi-maduro, sendo confirmado, portanto, interações entre KCl, NaCl e CaCl₂, representado pela Equação (1)

$$\text{Firmeza} = 13,64x + 11,57y + 16,59z + 22,02xy - 11,58xz + 12,08yz + 63,97xyz \quad (1)$$

Onde: NaCl = x; CaCl₂ = y; KCl = z

Figura 9 - Curvas de contorno do modelo referente à variação da firmeza (lbf) do fruto semi- maduro do juazeiro, sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl.



De acordo com as curvas de contorno (Figura 9), há um aumento progressivo da firmeza do fruto semi-maduro à medida que se move as linhas de contorno partindo-se do eixo CaCl₂ no sentido do vértice KCl, incluindo os vértices formados pelos eixos de KCl:CaCl₂ bem como as linhas que tocam os eixos que formam o

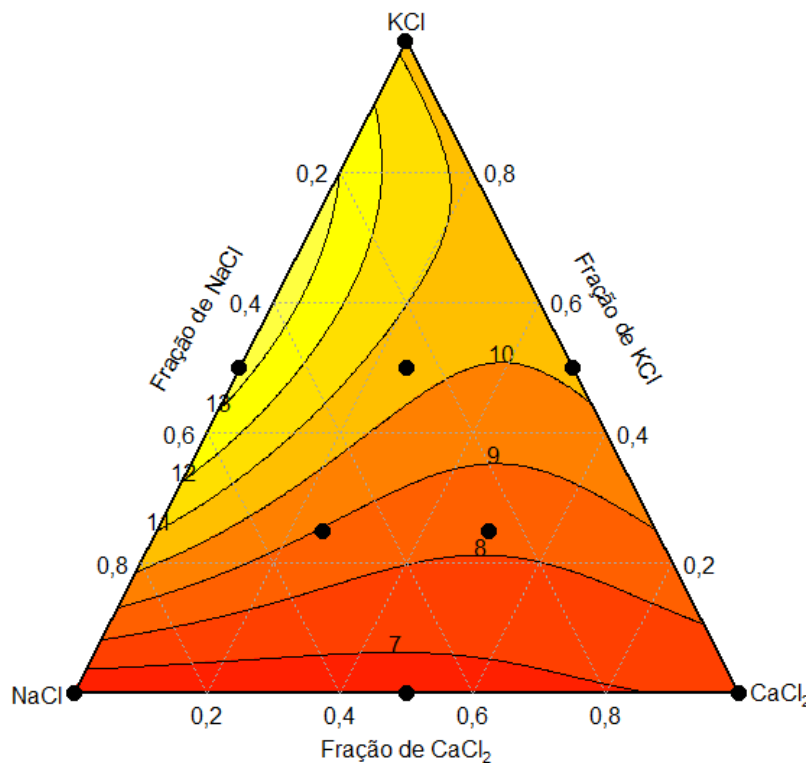
vértice KCl. Pode ser observado que a região (branca) delimitada pela linha de contorno do eixo de NaCl é a de maior crescimento da firmeza. As linhas de contorno mostram interações ao longo de toda a região.

Igualmente ao fruto semi-maduro, pela análise de regressão, o modelo sugerido para a análise da firmeza do fruto maduro (Figura 10) foi o cúbico especial, com a ressalva de que a interação NaCl:KCl não foi significativa, sendo representado pela Equação 2.

$$\text{Firmeza} = 6,10x + 7,13y + 10,71z + 20,03xy + 5,17yz - 44,80xyz \quad (2)$$

Onde: NaCl = x; CaCl₂ = y; KCl = z

Figura 10 - Curvas de contorno do modelo referente à variação da firmeza (lbf) do fruto maduro do juazeiro, sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl..



Na Figura 10, observa-se o aumento progressivo da firmeza à medida que se move as linhas de contorno partindo do vértice formado NaCl:CaCl₂, bem como, quando as mesmas tocam os eixos de NaCl:KCl formando o vértice KCl até os pontos próximos de 0,5 no eixo de KCl e 0,8 no eixo de NaCl, continuando a crescer

a partir das linhas de contorno que tocam o eixo de NaCl entre o ponto 14 e 13 respectivamente. A firmeza do fruto tem influência relevante na textura do produto final.

A presença de cloreto de cálcio e de magnésio na salmoura de fermentação mostrou correlação positiva com a firmeza de pepinos fermentados (Yoo, et al., 2006). McFeters e Perez-Diaz (2010) observaram que a substituição total ou parcial de cloreto de sódio por cloreto de cálcio mostrou efeito positivo na manutenção da firmeza em pepinos de diferentes espessuras (diâmetros entre 19 a 38 mm) fermentados em salmoura. A firmeza em azeitonas verdes fermentadas sob a influência de sódio, cálcio e potássio foi aumentada, sugerindo-se que dois mecanismos podem estar envolvidos na estabilização da parede celular: formação de complexo exclusivamente pelo cálcio ou por meios eletrostáticos, com a participação do sódio, cálcio e, possivelmente, do potássio (Moreno-Baquero et al., 2012).

4.1.2 Composição centesimal do fruto *in natura* e fermentado

Nas determinações relativas à composição centesimal do fruto do juazeiro não houve distinção entre os estágios de maturação semi-maduro e maduro, sendo os resultados da composição centesimal do fruto apresentados, na Tabela 3, na forma *in natura* e após a sua fermentação láctica.

Analisando-se os resultados (Tabela 3), especialmente, a composição do fruto do juazeiro (juá) *in natura*, é possível comprovar as maiores frações para a umidade e carboidratos e as menores para os teores de proteínas, lipídeos, fibras e cinzas, indicando, portanto, um perfil nutricional característico da grande maioria das frutas, extrativas ou cultivadas. Ressalta-se, porém, que o teor de carboidrato (17,59%) do juá *in natura* está acima do teor do açaí (6,2%), acerola (8,0), azeitona verde (4,1%), caju (10,3%), umbu (9,4%), goiaba (13,0%), Jamelão (10,6), confrontando-se com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - Taco (Unicamp, 2011).

A composição de um produto é importante na determinação da influência de sistemas alimentares celulares; acelulares e homogêneos; e heterogêneos na disposição e na reatividade. É de particular importância, do ponto de vista da qualidade, a relação existente entre a composição da matéria-prima e o produto acabado (Damodaran et al., 2010).

Tabela 3 - Composição do fruto do juazeiro na forma *in natura* e fermentado sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl.

Tratamento	Umidade	dp	Proteínas	dp	Lipídios	dp	Fibras	dp	Carboidratos	dp	Cinzas	dp
<i>In natura</i>	79,01	0,68	2,01	0,10	0,52	0,06	0,11	0,00	17,59	0,56	0,76	0,06
1	88,04	0,93	1,13	0,09	0,27	0,06	0,26	0,00	7,32	0,83	3,15	0,30
2	86,61	0,09	1,15	0,03	0,64	0,05	0,25	0,00	5,60	0,07	2,75	0,05
3	90,45	0,42	1,07	0,05	0,13	0,03	0,22	0,01	5,76	0,26	2,39	0,11
4	85,59	0,50	1,31	0,14	1,22	0,25	0,19	0,01	7,19	0,79	4,61	0,24
5	87,03	0,46	1,41	0,12	0,72	0,01	0,27	0,01	7,26	0,30	3,56	0,19
6	87,01	0,46	1,39	0,06	0,39	0,02	0,25	0,00	8,32	0,47	2,76	0,04
7	88,70	0,51	1,17	0,08	0,49	0,03	0,27	0,00	7,21	0,54	2,16	0,07
8	87,50	0,23	1,28	0,06	0,42	0,01	0,25	0,00	7,92	0,15	2,63	0,04
9	88,05	0,66	1,09	0,15	0,69	0,01	0,26	0,00	7,67	0,51	2,25	0,18

dp = desvio padrão

As cinzas variam de 0,4 a 2,1% em frutas frescas e representam os minerais contidos nos alimentos que podem estar em grandes quantidades como o potássio, sódio e cálcio e pequenas quantidades como o ferro, manganês, magnésio e zinco (Correia, 2011)

Quanto à composição dos frutos fermentados, esta sofreu alterações sob a influência dos sais presentes na salmoura de fermentação (Quadro 4), especificamente, relacionadas ao aumento dos teores de umidade e de cinzas e o decréscimo do teor de carboidratos. A redução do teor de carboidratos é consequência da sua metabolização por lactobacilos no processo de fermentação, resultando na produção de ácido lático. Os teores de proteínas diminuíram, ao contrário do aumento verificado nos teores de fibras em todos os tratamentos, enquanto, os lipídios permaneceram, praticamente, sem alterações.

Tendo em vista as variações observadas preliminarmente para a umidade, carboidratos e cinzas, foram desenvolvidos modelos conforme o delineamento de misturas, expressos por equações e curvas de contorno visando-se analisar possíveis efeitos e interações dos sais (NaCl, CaCl₂ e KCl) na resposta destas frações.

4.1.2.1 Umidade

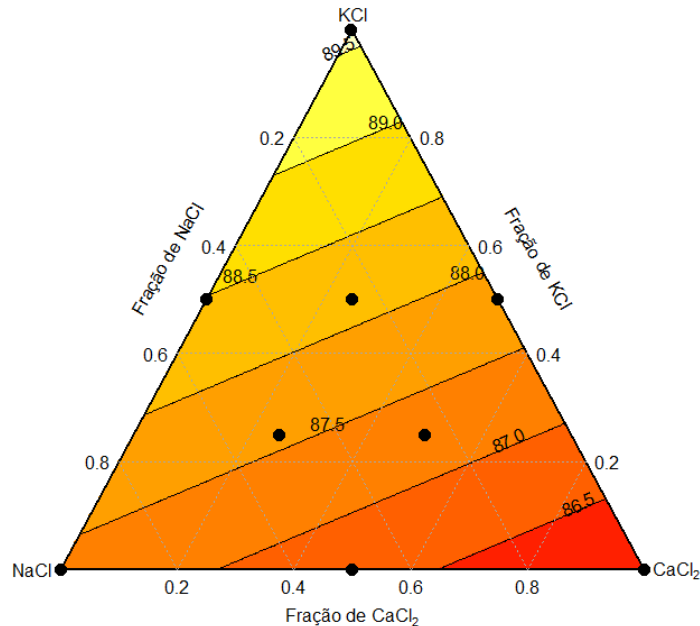
O modelo adequado para a análise de regressão da umidade foi de ordem linear, representado pela Equação 3, uma vez que, as interações entre os sais (NaCl, CaCl₂ e KCl) não se apresentaram estatisticamente significativas.

$$\text{Umidade} = 87,35x + 86,02y + 89,60z \quad (3)$$

Onde: NaCl = x; CaCl₂ = y; KCl = z

Segundo as curvas de contorno, apresentadas na Figura 11, há um aumento progressivo da umidade à medida que se move as linhas que ligam os vértices CaCl₂ / NaCl em direção ao vértice KCl. Percebe-se ainda que as linhas são paralelas ao longo do triângulo, indicando não haver interação nas linhas de contornos quando há um incremento de algum dos três sais.

Figura 11 - Curvas de contorno do modelo referente à variação do teor umidade do fruto maduro do juazeiro fermentado, sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl.



4.1.2.2 Carboidratos

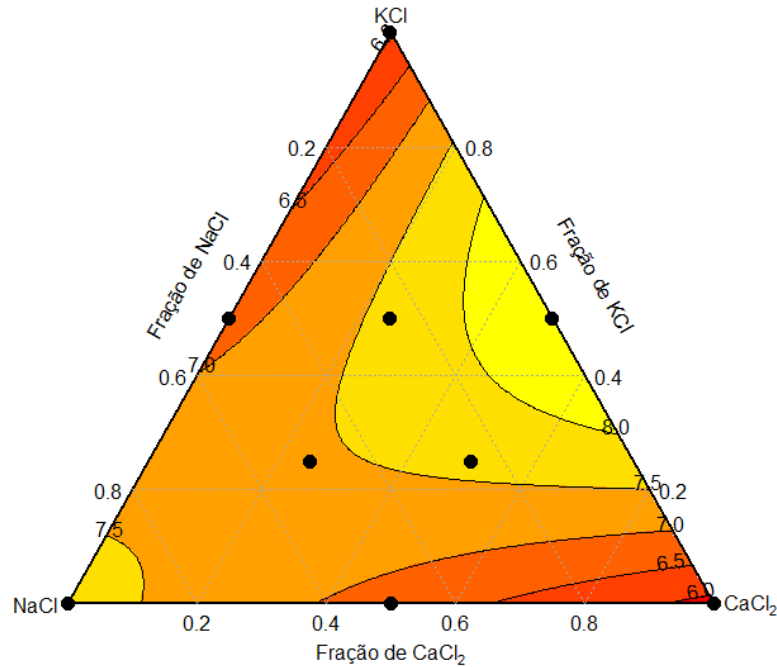
No ajuste dos valores de resposta, o modelo adequado, conforme a análise de regressão para os carboidratos, foi de ordem quadrática, sendo removida as interações KCl*NaCl, NaCl*CaCl₂ e KCl*NaCl*CaCl₂. Dessa forma, o modelo é representado pela Equação 4:

$$\text{Carboidratos} = 7,71x + 5,85y + 5,95z + 10,13yz \quad (4)$$

Onde: NaCl = x; CaCl₂ = y; KCl = z

Na Figura 12 observa-se, nas curvas de contorno, que há um aumento progressivo dos carboidratos à medida que se move as linhas que ligam os vértices KCl/NaCl em direção ao vértice CaCl₂ até o ponto central (50%) da fração de KCl, assim como, partindo das linhas que liga os vértices CaCl₂/NaCl. Linhas partindo dos vértices formados por KCl/CaCl₂ em direção ao vértice NaCl, também, conduz a um aumento dos carboidratos. Observa-se, ainda, que quando há um incremento da proporção de NaCl as linhas de contorno são ligeiramente alteradas.

Figura 12 - Curvas de contorno do modelo referente à variação do teor de carboidratos do fruto maduro do juazeiro fermentado, sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl.



4.1.2.3 Cinzas

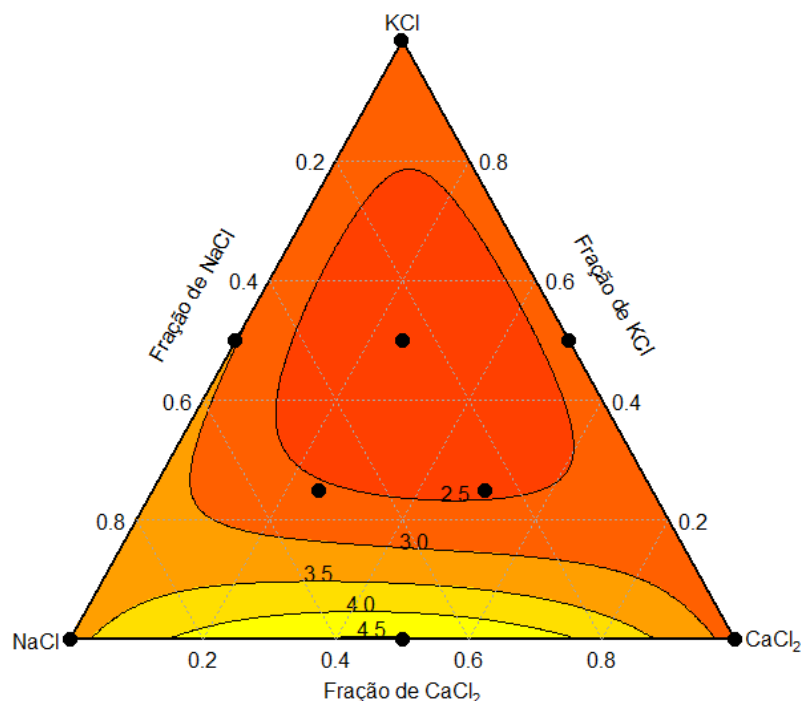
Quanto às cinzas, o modelo adequado pela a análise de regressão foi o cúbico especial, o que significa que interações entre KCl, NaCl e CaCl₂ foram estatisticamente significativas, conforme é representado pela Equação 5.

$$\text{Cinzas} = 3,34x + 2,82y + 2,70z + 5,90xy - 39,21xyz \quad (5)$$

Onde: NaCl = x; CaCl₂= y; KCl = z

A Figura 13 mostra as curvas de contorno referentes à variação das cinzas sob o efeito dos sais na fermentação láctica conduzida com os frutos, cujo aumento do seu teor está apresentado na Tabela 3, segundo as formulações das misturas.

Figura 13 - Curvas de contorno do modelo referente à variação do teor de cinzas do fruto maduro do juazeiro fermentado sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl.



De acordo com as curvas de contorno (Figura 13), há um aumento progressivo de cinzas à medida que se move as linhas que ligam os vértices KCl / CaCl₂ na direção do eixo de CaCl₂ até o ponto central (50%) da fração de CaCl₂. Observa-se ainda que as linhas de contorno interagem com incrementos de NaCl ou, ainda, quando há diminuição do percentual de KCl.

4.2. MINERAIS

O teor de minerais do fruto do juazeiro na forma *in natura* está apresentado na Tabela 4. Em relação ao fruto fermentado, a Tabela 5 mostra o resultado associado, exclusivamente, aos sais (NaCl, CaCl₂ e KCl) componentes das misturas presentes na salmoura de fermentação.

Em referência à Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (Unicamp, 2011), os nove minerais contemplados na mesma, à exceção do fósforo, todos foram determinados na parte comestível do fruto do juazeiro (Tabela 4).

Tabela 4 - Teor de minerais do fruto do juazeiro *in natura*.

Mineral	mg 100g ⁻¹	dp
Cálcio	18,921	1,256
Cobalto	0,000	0,000
Cobre	0,007	0,001
Cromo	0,002	0,000
Ferro	0,043	0,000
Magnésio	16,911	1,008
Manganês	0,032	0,001
Molibdênio	0,002	0,000
Níquel	0,003	0,000
Potássio	165,289	13,041
Selênio	0,006	0,000
Sódio	6,939	0,452
Zinco	0,147	0,002

dp = desvio padrão

As frutas são consideradas do ponto de vista do seu valor nutritivo complementos da alimentação, fornecendo, inclusive, minerais e sob este aspecto o fruto do juazeiro apresentou o teor de cálcio (18,92 mg 100 g⁻¹) aproximado ao obtido no araçá (21,0 mg 100 g⁻¹), superior ao da cagaita (8,0 mg 100 g⁻¹) e ao do caju do cerrado (15,0 mg 100 g⁻¹) e inferior ao do araticum (29 mg 100g⁻¹), da mangaba (35,0 mg 100 g⁻¹) e da pitomba (27,7 mg 100 g⁻¹), em comparação aos dados obtidos por Reis Silva et al., 2008 em frutas nativas brasileiras.

No tocante ao teor de potássio, o fruto *in natura* (165 mg 100 g⁻¹) foi superior aos resultados publicados na Taco (Unicamp, 2011) para açaí (124 mg 100 g⁻¹), caju (124 mg 100 g⁻¹) e azeitona preta em conserva (79 mg 100 g⁻¹). Igualou-se à acerola (165 mg 100 g⁻¹) e foi inferior à seriguela (248 mg 100 g⁻¹), goiaba (198 mg 100 g⁻¹), jamelão (394 mg 100 g⁻¹) e a banana nanica (376 mg 100 g⁻¹), sendo esta última uma fonte de referência em potássio.

A Tabela 5 mostra apenas traços de sódio no fruto *in natura* e a variação de 7 mg (tratamento 2) a 354 (tratamento 4) mg por 100 g nos frutos fermentados, indicando, portanto, a absorção deste mineral conforme a mistura de sais da salmoura de fermentação.

Tabela 5 - Extrato seco, teor de cinzas e dos minerais Na⁺, Ca⁺⁺ e K⁺ no fruto do juazeiro fermentado sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl.

Tratamento	Extrato Seco (%)	Cinzas (%)	Mineral					
			Na ⁺ (mg 100g ⁻¹)		Ca ⁺⁺ (mg 100g ⁻¹)		K ⁺ (mg 100g ⁻¹)	
			Sobre as Cinzas	Sobre o Fruto	Sobre as Cinzas	Sobre o Fruto	Sobre as Cinzas	Sobre o Fruto
1	12,12	3,15	10323	305	388	14	617	19
2	10,39	2,75	278	7	5352	159	8255	227
3	9,55	2,39	6661	171	333	8	5377	129
4	14,41	4,61	7670	354	5132	230	2634	121
5	13,21	3,56	8879	316	473	20	7440	265
6	13,12	2,76	1188	32	2982	96	3713	102
7	11,30	2,16	2536	54	2147	42	2536	55
8	12,50	2,63	2879	76	3475	98	2580	068
9	11,95	2,25	3330	75	1969	45	4920	111

4.3 AVALIAÇÃO DA FERMENTAÇÃO LÁCTICA DO FRUTO DO JUAZEIRO

A avaliação da fermentação láctica do fruto do juazeiro, interpretada nos resultados de monitoramento do pH e da acidez em ácido láctico da salmoura de fermentação, sob a influência das misturas de NaCl, CaCl₂ e KCl, assim como, os seus respectivos tempos de fermentação estão apresentados na Tabela 6 e nas Figuras 14 a 16. Não houve distinção entre os estágios de maturação semi-maduro e maduro do fruto no processo de fermentação.

O processo de fermentação do fruto de juazeiro pode ser discutido em três blocos em acordo com a concentração inicial dos sais (NaCl, CaCl₂ e KCl) na salmoura de fermentação a qual foi formulada com componentes isolados (100 g L⁻¹), tratamento 1, 2 e 3, com misturas binárias ((50 g L⁻¹: 50 g L⁻¹), tratamentos 4, 5 e 6 e com misturas ternárias (50:25:25 g L⁻¹ ; 25:50:25 g L⁻¹ e 25:25:50 g L⁻¹), tratamentos: 7, 8 e 9 (Quadro 1).

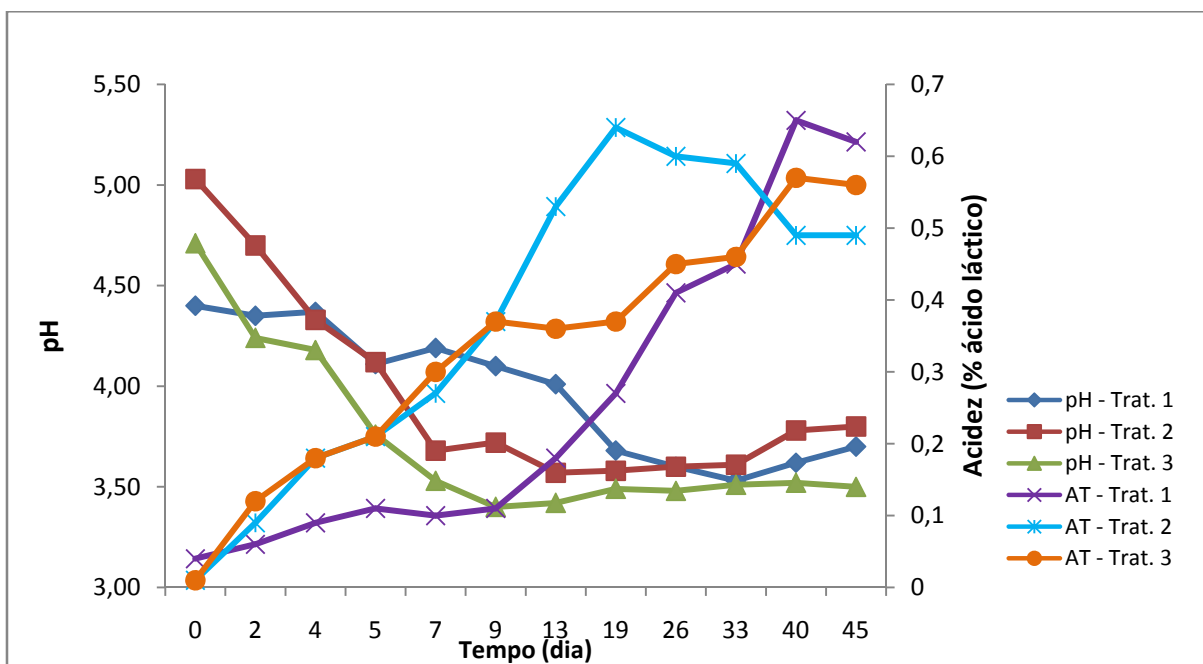
Tabela 6 - Evolução do pH e da acidez titulável (% em ácido láctico) da salmoura de fermentação de frutos do juazeiro, sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl.

DIA	Tratamento (Misturas)																	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	pH	AT	pH	AT	pH	AT	pH	AT	pH	AT	pH	AT	pH	AT	pH	AT	pH	AT
0	4,40	0,04	5,03	0,01	4,71	0,01	5,29	0,01	5,43	0,01	4,93	0,01	5,04	0,01	4,87	0,08	5,03	0,06
2	4,35	0,06	4,70	0,09	4,24	0,12	4,30	0,14	4,39	0,09	4,31	0,13	4,81	0,02	4,44	0,08	4,65	0,06
4	4,37	0,09	4,33	0,18	4,18	0,18	4,31	0,12	4,20	0,09	4,18	0,15	4,37	0,03	4,30	0,08	4,52	0,06
5	4,11	0,11	4,12	0,21	3,76	0,21	4,32	0,23	4,03	0,24	4,15	0,35	4,03	0,12	4,25	0,15	4,23	0,14
7	4,19	0,10	3,68	0,27	3,53	0,30	4,10	0,18	3,59	0,52	4,11	0,45	3,81	0,15	4,02	0,19	4,07	0,16
9	4,10	0,11	3,72	0,37	3,40	0,37	3,49	0,32	3,65	0,57	3,57	0,57	3,79	0,23	3,93	0,27	4,03	0,17
13	4,01	0,18	3,57	0,53	3,42	0,21	3,54	0,45	3,72	0,52	3,42	0,67	3,65	0,28	3,77	0,41	4,00	0,36
19	3,68	0,27	3,58	0,64	3,49	0,37	3,65	0,47	3,57	0,55	3,46	0,65	3,48	0,38	3,73	0,52	3,70	0,50
26	3,60	0,41	3,60	0,60	3,48	0,45	3,68	0,81	3,54	0,81	3,59	0,65	3,52	0,45	3,60	0,53	3,74	0,60
33	3,53	0,45	3,61	0,59	3,51	0,46	3,79	0,73	3,66	0,72	3,62	0,62	3,57	0,59	3,69	0,54	3,81	0,59
40	3,62	0,65	3,78	0,49	3,52	0,57	3,76	0,95	3,69	0,72	3,64	0,62	3,60	0,54	3,76	0,53	3,92	0,58
45	3,70	0,62	3,80	0,49	3,50	0,56	3,80	0,89	3,78	0,69	3,64	0,62	3,68	0,55	3,79	0,50	4,05	0,57

pH = potencial hidrogeniônico; AT = acidez titulável

A Figura 14 mostra resultados dos tratamentos 1, 2 e 3 em que a salmoura de fermentação foi formulada com cada um dos componentes da mistura (100 g L^{-1}), isoladamente.

Figura 14 - Evolução do pH e da acidez titulável (% em ácido láctico) na salmoura de fermentação do fruto do juazeiro sob a influência, isolada, de NaCl, CaCl_2 e KCl, referentes aos tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente.



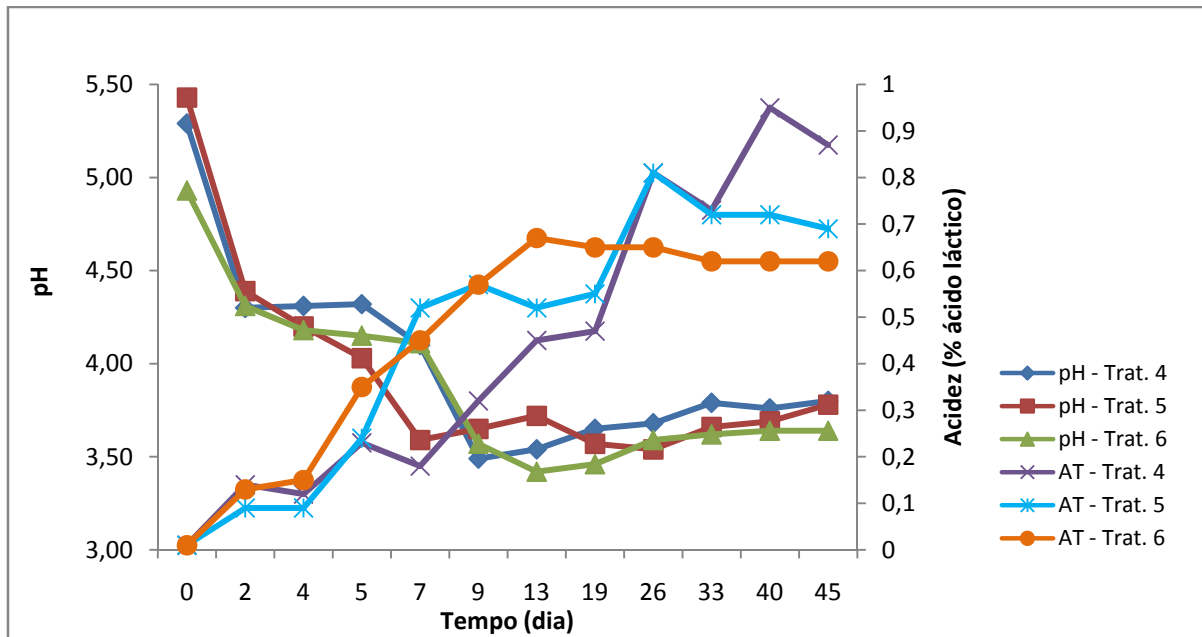
Proporção da mistura: 1 (NaCl 100 g L^{-1}); 2- CaCl_2 (100 g L^{-1}); C = 3-KCl (100 g L^{-1})

Observa-se na Figura 14 que a acidez expressa em ácido láctico (%) aumentou com o tempo de fermentação, apresentando uma tendência à estabilização ou decréscimo a partir do 19º dia (tratamento 3) até ao 40º dia (tratamento 1) após iniciado o processo. O aumento da acidez do meio em fermentação contribuiu, conseqüentemente, no decréscimo do pH, atingindo os menores valores iguais a 3,53, 3,57 e 3,40 no 33º, 13º e 9º dia de fermentação, respectivamente, na ordem dos tratamentos. Ressaltando que o menor tempo para atingir o pH mínimo foi verificado no tratamento 2, sob a influência da presença de 100% de KCl na salmoura de fermentação.

A Figura 15 mostra os resultados referentes aos tratamentos 4, 5 e 6 em que a salmoura de fermentação de cada tratamento foi formulada com dois dos três componentes integrantes das misturas (50 g L^{-1} : 50 g L^{-1}). A evolução da fermentação láctica apresentou comportamento semelhante aos dos tratamentos anteriores, 1, 2 e

3, salientando que o teor máximo em acidez (0,95%, p/v em ácido láctico), entre todos as misturas analisadas do experimento, foi observado no tratamento 4, correspondente ao 40º dia fermentação.

Figura 15 - Evolução do pH e da acidez titulável (% em ácido láctico) na salmoura de fermentação do fruto do juazeiro sob a influência de misturas binárias compostas de NaCl, CaCl₂ e KCl.

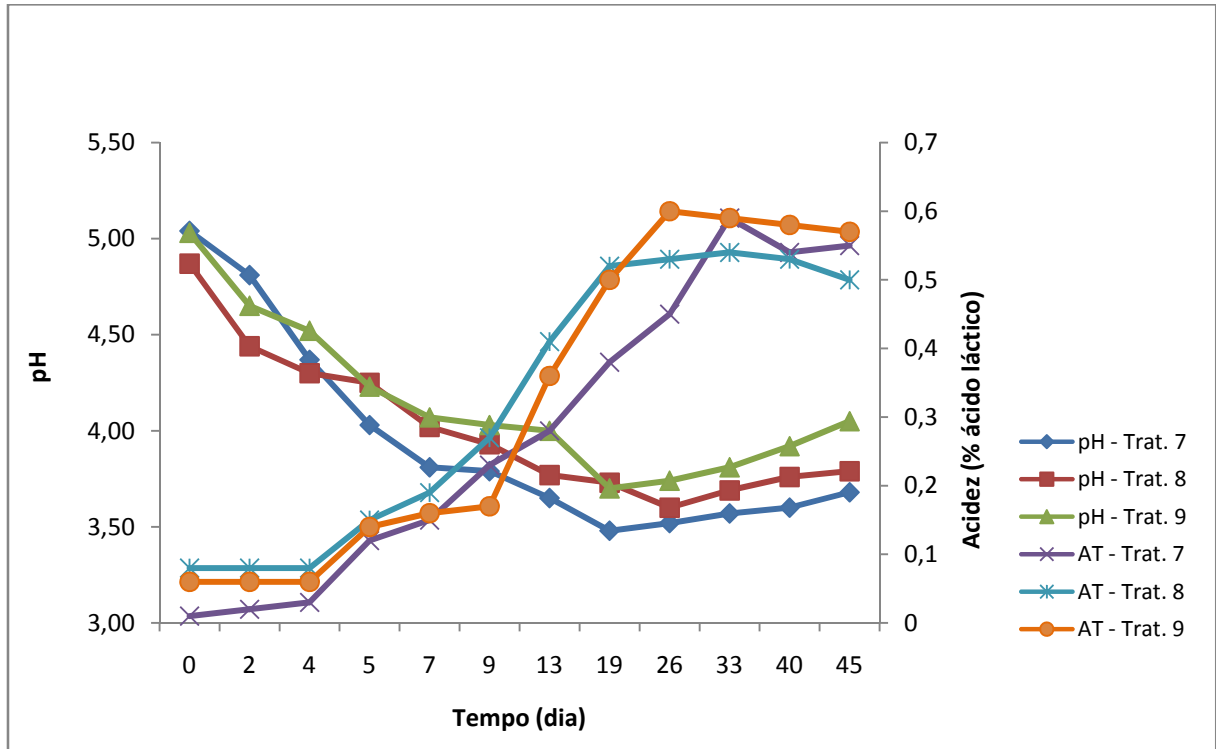


Proporção da mistura: 4 (NaCl (50 g L⁻¹):CaCl₂ (50 g L⁻¹); 5 (NaCl (50 g L⁻¹) : KCl (50 g L⁻¹); 6 (CaCl₂ (50 g L⁻¹) : KCl (50 g L⁻¹).

Quanto ao pH, este atingiu os valores mínimos iguais a 3,49, 3,54 e 3,40, no 9º, 26º e 13º dia de fermentação, respectivamente, na ordem dos tratamentos, ressaltando que para o tratamento 4 foi necessário o menor tempo (9º dia) de fermentação, entre todos os tratamentos, para atingir o valor mínimo deste parâmetro.

A Figura 16 apresenta os resultados da evolução da acidez em ácido láctico, pH e tempo do processo fermentativo, referentes aos tratamentos 7, 8 e 9, cuja salmoura de fermentação foi formulada com a presença dos três componentes (NaCl : CaCl₂ : KCl) em diferentes proporções nas misturas (50:25:25 g L⁻¹ ; 25:50:25 g L⁻¹ e 25:25:50 g L⁻¹).

Figura 16 - Evolução do pH e da acidez titulável (% em ácido láctico) na salmoura de fermentação do fruto do juazeiro sob a influência de misturas ternárias compostas de NaCl, CaCl₂ e KCl.



Proporção da mistura: **7** (NaCl (50 g L⁻¹) : CaCl₂ (25 g L⁻¹) : KCl (25 g L⁻¹); **8** NaCl (25 g L⁻¹), CaCl₂ (50 g L⁻¹) : KCl (25 g L⁻¹); **9** NaCl (25 g L⁻¹), CaCl₂ (25 g L⁻¹) : KCl (50 g L⁻¹).

A acidez (% em ácido láctico) e o pH dos tratamentos 7, 8 e 9 evoluíram conforme o curso normal de um processo de fermentação láctica, também, observado nos tratamentos precedentes. Podendo ser destacado que as maiores concentrações em ácido láctico foram atingidas a partir do 26º dia de fermentação, enquanto, o pH mínimo relativo aos tratamentos 7 (3,52) e 9 (3,70) foram atingidos no 19º dia e no caso do tratamento 8 (3,60), no 26º dia de fermentação.

Na Figura 17 estão apresentadas imagens de conservas elaboradas a partir do fruto de juazeiro (juá) fermentado sob a influência das misturas de sais estudadas.

Figura 17 - Conservas elaboradas com frutos do juazeiro (juá) fermentado



Fonte: O autor.

Uma indicação de que o tempo de 45 dias foi suficiente para se proceder a fermentação láctica do fruto do juazeiro se respalda na análise global do resultado de todos os tratamentos avaliados, quando pode ser observado que após o quadragésimo dia de fermentação apenas o tratamento 7 apresentou um acréscimo mínimo na acidez, passando de 0,56 para 0,57% (p/v) em ácido láctico, enquanto os demais tratamentos se tornaram constante ou apresentaram uma pequena redução da concentração (% p/v) de ácido láctico na salmoura.

Os maiores valores de acidez registrados no período da fermentação láctica foram 0,95% e 0,72% (Tabela 6) referentes aos tratamentos 4 e 5, respectivamente. Em fermentações com hortaliças preparadas em salmoura, teores de 1,0 a 1,2% de acidez são raramente alcançados (Goldoni, 20010).

A fermentação espontânea de couve flor foi monitorado por Paramithiots et al. (2010), registrando o pH mínimo (3,78) e a máxima acidez titulável (0,65% em ácido láctico) na salmoura até o 26º dia. No mesmo processo experimental, os autores monitoraram a evolução da fermentação do produto (couve flor), observando diferenças de 1,06% (pH) e 3,08% (acidez titulável) em comparação aos valores determinados na salmoura.

Quando a fermentação láctica de vegetais prossegue além do tempo necessário para a produção máxima de ácido láctico a acidez tende a diminuir e,

consequentemente, haverá elevação do pH. A redução da acidez verificada por titulação deve-se, provavelmente, à fermentações secundárias que oxidam o ácido láctico, produzindo compostos de aroma (Lima et al., 2006 e Goldoni, 2007).

Na fermentação de maxixe (*Cucumis anguria* L.) em salmoura (5% NaCl, p/v), no período de 14 dias, Lima et al. (2006) observaram valores de acidez (% em ácido láctico) iguais a 0,49 e 0,40 no fruto cortado em rodela e inteiro, respectivamente. Benevides e Furtunato (1998) observaram um aumento da acidez (acidez total) até o 30º dia (1,13%) em conserva de hortaliças acidificada com vinagre, após embalada e estocada, seguindo o decréscimo deste parâmetro (1,07%) até o 120º dia.

Em trabalhos anteriores com frutos do juazeiro colhidos nos municípios de São do Sabugi/RN, situado na Região Seridó do estado (Barros da Silva et al., 2013) observaram uma tendência semelhante na curva de evolução do pH e da acidez titulável no processo de fermentação láctica aos resultados do presente estudo.

Os resultados obtidos no monitoramento da acidez e do pH, permitem concluir que as fermentações transcorreram de uma forma normal para este tipo de processo, obtendo-se produtos com características organolépticas desejáveis de alimento fermentado, inclusive, atendendo aos requisitos legais (Brasil, 2005) e as condições tecnológicas para serem considerados seguros sob os aspectos de conservação e de saúde pública. Goldoni e Bonassi (2007) ratificam a evolução da acidez de diferentes hortaliças em fermentação, em ácido láctico e do pH, em que os valores da acidez titulável aumentaram, atingiram um patamar para em seguida sofrerem diminuição; ocorrendo o inverso para os valores de pH registrados.

Além das determinações físico-químicas, o aspecto visual e o aroma do material em fermentação, também, foram importantes indicadores do final do processo fermentativo, ou a cura, do fruto do juazeiro.

Os resultados referentes ao pH e a acidez titulável expressa em ácido láctico na salmoura e o teor de sólidos solúveis no fruto, antes e após a fermentação láctica estão apresentados na Tabela 7. A análise dos dados permitem confirmar a submissão dos açúcares presentes na matéria-prima (frutos) à transformação em ácido láctico por meio do processo de fermentação láctica, de acordo com o esquema da Figura 3.

Tabela 7 - Valores referentes ao pH, acidez titulável (% em ácido láctico) e sólidos solúveis (°Brix) do fruto do juazeiro antes e após à fermentação sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl.

Tratamento	pH*		Acidez*		Brix* *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	4,40	3,70	0,04	0,62	20,1	12,1
2	5,03	3,80	0,01	0,49	16,3	8,0
3	4,71	3,50	0,01	0,56	15,5	8,0
4	5,29	3,80	0,01	0,89	19,4	10,3
5	5,43	3,78	0,01	0,69	17,3	8,8
6	4,93	3,64	0,01	0,62	16,8	8,7
7	5,04	3,68	0,01	0,55	17,1	8,0
8	4,87	3,79	0,08	0,50	16,9	9,0
9	5,03	4,05	0,06	0,57	18,5	10,1

* Na salmoura; ** No fruto.

Franco e Perez (2012) constataram uma redução de 89,92% e 71,11% da concentração da glucose e frutose, respectivamente, na salmoura após a fermentação de pepino. Lu et al. (2002), também, estudando a fermentação de pepino, relataram a utilização acima de 85% da glicose e de até 100% da frutose presente no fruto pelos lactobacilos durante o processo. Rodriguez-Gómez et al. (2012) investigando o efeito da mistura de sais na fermentação de azeitona verdes, no estilo espanhol, sugerem que a presença do cálcio (NaCl₂) restringiu a difusão dos açúcares para a salmoura, atrasando, portanto, o período para alcançar o máximo de ácido láctico no meio. Conforme os mesmos autores, esse efeito pode prevenir etapas tumultuosas na fermentação e a formação de bolsas de gases deteriorantes.

4.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Os resultados referentes às contagens microbianas, coliformes termotolerantes (45 °C) e bolores e leveduras, estão apresentados na Tabela 8.

Os resultados de coliformes termotolerantes (a 45° C) no juá fermentado tem como referência a RDC nº 12/2001 (Brasil, 2001). A presença de leveduras não é considerada com significado patológico neste tipo de produto, portanto, a norma (RDC nº 12/2001) não estabelece limites quanto à presença de leveduras em conservas vegetais.

Tabela 8 - Valores de contagem microbiana na análise de frutos de juazeiro (juá) fermentados em salmoura.

Mistura (g L⁻¹) (Tratamento)	Coliformes a 45° C (UFC.mL ⁻¹)	Bolores e Leveduras (UFC.mL ⁻¹)
1 - NaCl (100)	Ausente	4,6 x10 ⁵
2 - CaCl ₂ (100)	Ausente	9,8x10 ⁵
3 - KCl (100)	Ausente	3,2 x10 ⁵
4 - NaCl:CaCl ₂ (50:50)	Ausente	7,8 x10 ⁵

Durante a fermentação primária os carboidratos disponíveis são convertidos, especialmente, por lactobacilos em ácido láctico e outros produtos finais. Caso os açúcares não sejam completamente fermentados durante a fermentação primária, o material torna-se susceptível à fermentação secundária por leveduras.

A evolução da população de leveduras (Tabela 8) ao longo dos 45 dias de fermentação apresentou uma concentração final entre $3,2 \times 10^5$ e $9,8 \times 10^5$ UFC. Estes valores se aproximam dos resultados de Nisiotou et al. (2010) verificados em conserva de azeitona preta e de Marquina et al. (1992) na caracterização das populações de leveduras em azeitonas verdes fermentadas e são inferiores ao limite máximo estabelecido pelo Códex Alimentarius, o qual indica que, dependendo da fase de fermentação, a concentração de leveduras pode ir até 10^9 UFC/ml, sendo responsáveis pela produção de compostos voláteis e metabólitos que melhoram as características sensoriais do produto final (Moreira, 2013).

Analisando os dados da Tabela 8 observa-se que a presença de cálcio na salmoura de fermentação do fruto de juazeiro resultou num maior crescimento de leveduras e que as amostras com a presença de cloreto de sódio e de potássio, isoladamente, apresentaram as menores concentrações (UFC mL⁻¹) de leveduras. É possível relacionar a esta constatação às observações de Rodriguez-Gómez et al. (2012), comentadas anteriormente, quando sugere que a presença de cálcio na fermentação de azeitonas verdes restringiu a difusão dos açúcares para o meio.

Quanto à ação deteriorante, Cardoso (2012) afirma que é possível a presença de filme de leveduras esbranquiçadas com aspecto liso ou rugoso na superfície da salmoura de azeitonas em conserva. Estes filmes são compostos por leveduras que oxidam o ácido láctico, ocasionando o aumento do pH que pode contribuir para o

aparecimento de microrganismos causadores de putrefação, além de influenciar negativamente na aceitação do produto.

4.5 AVALIAÇÃO SENSORIAL

O pH das amostras, verificado antes do início da aplicação dos testes sensoriais, registrou uma variação entre os valores de 3,21 a 3,40, portanto, em conformidade ao requisito da legislação sanitária brasileira.

4.5.1 Conservas fermentadas sob a influência do NaCl, CaCl₂ e KCl

Está apresentado na Tabela 9 o resultado do teste sensorial realizado na primeira etapa do estudo com a participação de 21 provadores (painel) na avaliação dos atributos sensoriais das conservas alimentícias elaborada com o fruto do juazeiro fermentado sob a influência da mistura dos cloretos de sódio, cálcio e potássio.

Tabela 9 - Distribuição de respostas (%) na avaliação dos atributos sensoriais da conserva do fruto do juazeiro fermentado sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl, tendo como referência a escala do Ideal.

Tratamento	Aparência			Aroma			Textura			Acidez			Teor de Sal		
	IABI	Ideal	IACI	IABI	Ideal	IACI	IABI	Ideal	IACI	IABI	Ideal	IACI	IABI	Ideal	IACI
1	24	66	10	34	52	14	24	57	19	43	52	5	9	62	29
2	24	57	19	76	19	5	19	71	10	52	34	14	43	48	9
3	34	61	5	19	43	38	48	24	28	57	24	19	62	24	14
4	29	62	9	29	57	14	52	43	5	28	67	5	57	24	19
5	52	38	10	52	43	5	29	62	9	57	38	5	19	76	5
6	38	57	5	48	24	28	48	28	24	48	24	28	52	29	19
7	52	43	5	57	29	14	38	19	43	71	19	10	57	34	9
8	43	52	5	57	38	5	57	33	10	76	10	14	52	34	14
9	48	38	14	38	52	10	43	29	28	61	29	10	43	52	5

IABI = intensidade abaixo do Ideal; IACI = intensidade acima do Ideal.

Notas atribuídas: 1 (muito fraco); 2 (fraco); 3 (Ideal); 4 (forte) e 5 (muito forte).

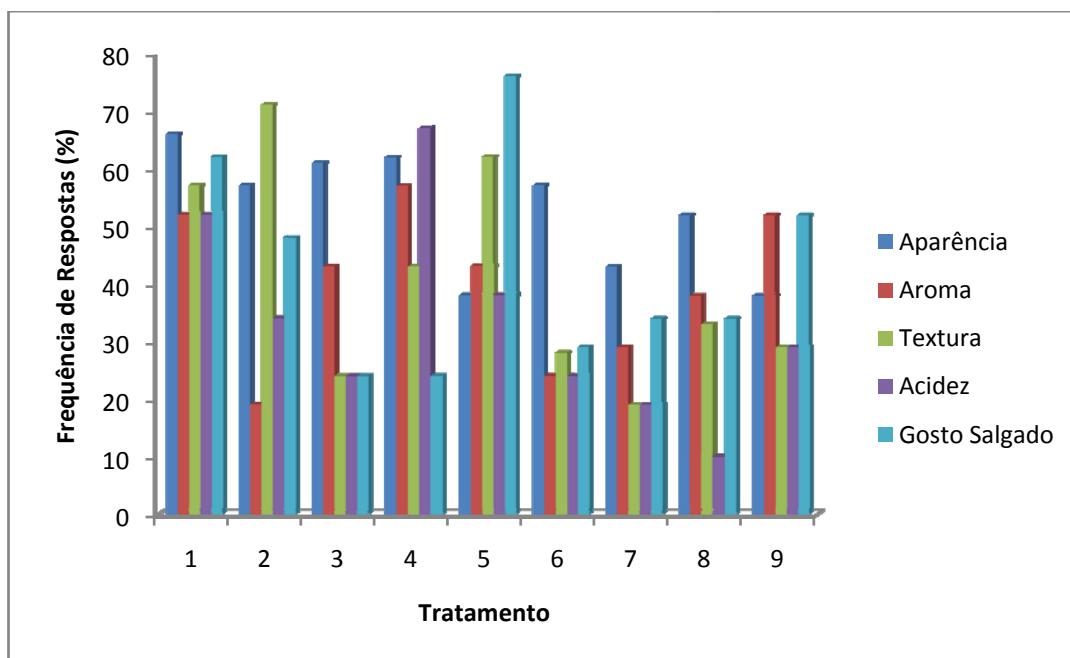
De acordo com a Tabela 9, o tratamento 1, fermentado com cloreto de sódio (100 g L⁻¹), alcançou os percentuais médios variando entre 52 (aroma e acidez) a 66%, resultando numa média geral, para os cinco atributos sensoriais, de 57,8% avaliados como ideal. Por outro lado, se situa o tratamento 7 (NaCl:CaCl₂:KCl / 50:25:25 g L⁻¹) com uma média geral igual a 28,80% das notas avaliando-o como Ideal, portanto, confirmando a atitude negativa de provadores diante de efeitos

destes sais nos atributos sensoriais analisados (Tabela 9). O consumo habitual de cloreto de sódio na alimentação diária das pessoas, certamente, contribuiu para os resultados obtidos.

Moreno-Baquero et al. (2012) afirmaram que os níveis de NaCl e KCl na fermentação de azeitonas verdes foi significativamente relacionado ao gosto salgado, enquanto a proporção de cálcio foi vinculado com gosto amargo, firmeza e fibrosidade. Com relação à característica visual, também, de azeitonas verdes fermentadas na presença de NaCl, CaCl₂ e KCl, Bautista-Gallego et al. (2012) relataram que os valores mais elevados, medidos instrumentalmente, da cor do fruto foram observados na concentração 50% de KCl em combinação com NaCl ou CaCl₂, como o segundo componente da mistura (110 g L⁻¹).

O gráfico apresentado na Figura 18 apresenta a frequência de respostas (%) para os atributos sensoriais de conservas do fruto do juazeiro fermentado avaliados como ideal.

Figura 18 - Frequência de respostas (%) indicando como ideal os atributos sensoriais de conservas do fruto do juazeiro fermentado sob a influência de misturas dos sais NaCl, CaCl₂ e KCl.



Observa-se, Figura 18, os destaques dos atributos sensoriais aparência, aroma, textura, acidez, gosto salgado, correspondendo aos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Pela frequência favorável das respostas (%) atribuídas ao tratamento 1, este foi considerado como o mais próximo do Ideal para os atributos analisados. A formulação da salmoura do tratamento 1 reproduz o processo tradicional de fermentação láctica de matérias-primas de origem vegetal, tais como, azeitona e pepino.

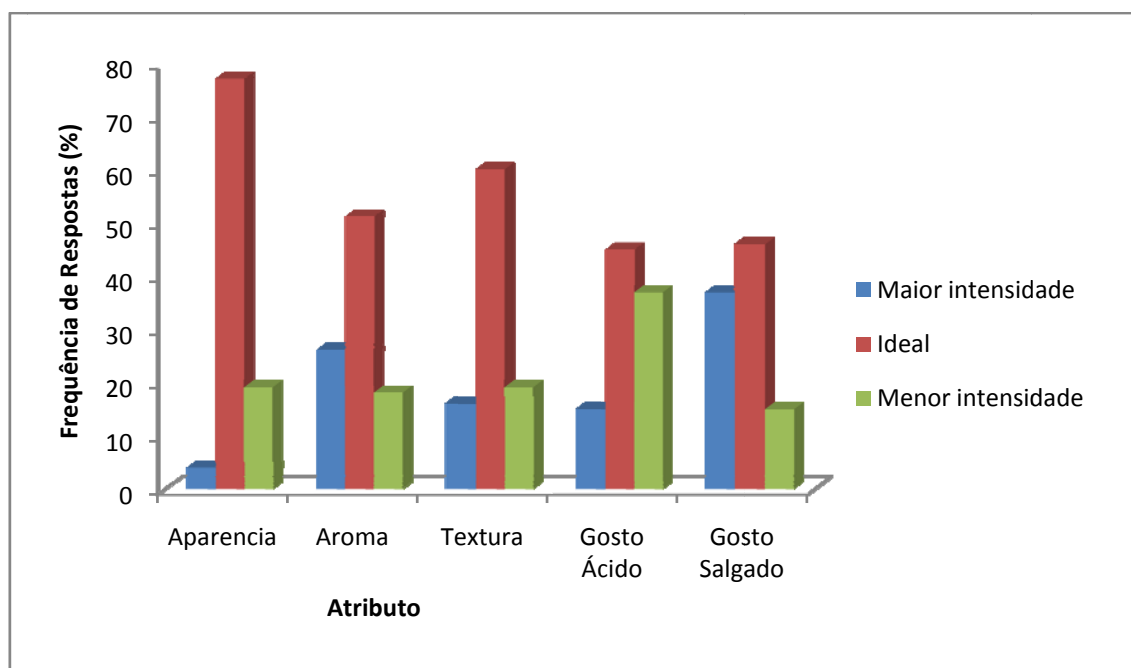
Nas observações complementares emitidas pelos avaliadores, a ausência do gosto amargo residual foi considerado como sendo a característica mais relevante para a aceitação deste tipo de produto, com destaque positivo, também, para a conserva processada conforme às técnicas tradicionais (tratamento 1).

Em concordância com resultados do presente estudo, Bautista-Gallego et al. (2012), analisando sensorialmente azeitonas verdes fermentadas, registraram as pontuações mais elevadas para os frutos fermentados sob a influência isolada de NaCl ($11,0 \text{ g L}^{-1}$) e da mistura $73,3 \text{ g L}^{-1}$ NaCl: $36,7 \text{ g L}^{-1}$ KCl, sendo a esta atribuída a maior aceitação global, ressaltando que o uso de sais ou misturas substitutos do NaCl, neste tipo de produto, pode levar a uma melhoria da qualidade nutricional do produto final, a despeito de algumas restrições na aceitabilidade por parte de consumidores.

4.5.2 Conserva fermentada sob a influência isolada do NaCl

As Figuras 19 e 20 e a Tabela 11 apresentam os resultados da avaliação sensorial aplicada junto aos consumidores dos restaurantes da APURN (Natal-RN) e Coisas da Roça (Macaíba-RN) referentes à conserva do fruto do juazeiro fermentado na presença isolada de cloreto de sódio, com destaque na avaliação sensorial anterior. Participaram da análise 100 consumidores (provadores), não treinados, no momento da refeição (almoço).

Figura 19 - Intensidade de atributos sensoriais, expressos pela Escala do Ideal, da conserva elaborada com o fruto do juazeiro fermentado sob a influência de cloreto de sódio (100 g L^{-1}).



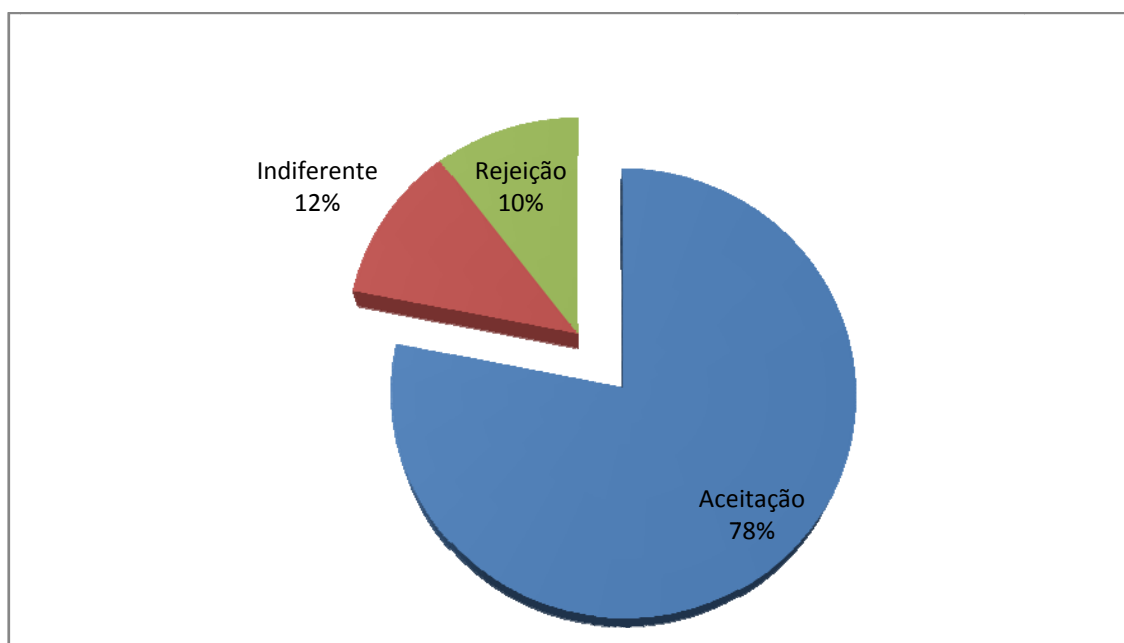
De acordo com a Figura 19, a intensidade dos atributos sensoriais, indicada como ideal pelos consumidores, variou entre 45 % (gosto ácido) a 77 % (aparência). A textura (60%), juntamente com a aparência, foi um dos atributos com melhor avaliação pelos consumidores, enquanto, os gostos ácido e salgado (teor de sal) foram os atributos que alcançaram os menores percentuais, 48% e 50% de respostas indicando-os como ideal, respectivamente. O referencial dos provadores em relação ao elevado teor de sal encontrado, com frequência, em conservas de azeitona verde ou pepino pode ter influenciado nas respostas.

Tabela 10 - Atitude do consumidor, tendo como referência a Escala Hedônica, na avaliação da conserva alimentícia elaborada com o fruto do juazeiro fermentado sob a influência isolada do NaCl.

Amplitude da Escala	Frequência	(%)	Atitude
Gostei muitíssimo	9		
Gostei muito	22	78	Aceitação
Gostei moderadamente	47		
Nem gostei / Nem desgostei	11	12	Indiferente
Desgostei moderadamente	6		
Desgostei muito	2	10	Rejeição
Desgostei muitíssimo	2		
Total	100	100	-

Considerando a Escala Hedônica (Tabela 11), com destaque na Figura 20, a aceitação do produto pelos consumidores (provadores) correspondeu às notas atribuídas de 5 a 7, resultando em 78% de aceitação do produto avaliado conforme as notas tabuladas individualmente. Estes resultados apresentam similaridade com resultados observados por Lima et al. (2006) em picles de maxixe fermentado.

Figura 20 - Aceitação do consumidor da conserva alimentícia elaborada com o fruto do juazeiro fermentado sob a influência do NaCl.



Nascimento et al. (2011), também, analisando sensorialmente conserva de maxixe, mas acidificada artificialmente, afirmaram que “... uns (parte do total) provadores gostaram do sabor ácido pronunciado, enquanto outros, embora tivessem gostado do produto em conserva, caracterizaram-no como excessivamente ácido”.

A análise sensorial diferenciou cenoura, feijão vagem e abobrinha fermentados por meio de culturas *starter* autóctones, sobretudo, o aroma na cenoura e feijão e a aparência das abobrinhas, em comparação às amostras fermentadas por espécies alóctones (Cagno et al., 2008). Os autores, também, observaram uma rápida diminuição do pH e a inibição do grupo *enterobacteriaceae* e de leveduras na fermentação dessas matérias-primas.

5 Conclusões e Perspectivas para Trabalhos Futuros

5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

A partir de amostras do fruto do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart) foi possível proceder a sua caracterização físico-química e determinar a composição centesimal e de minerais na matéria-prima (fruto) *in natura* e fermentada.

A fermentação láctica espontânea do fruto juazeiro apresentou resultados satisfatórios, apresentando um perfil característico de processo ao de outras matérias-primas tradicionais, inclusive, atendendo à legislação sanitária.

A análise sensorial realizada com as conservas do fruto pesquisado indica a possibilidade desta espécie nativa do Nordeste brasileiro ocupar parte do importante espaço reservado às conservas vegetais fermentadas derivadas do pepino e a da azeitona verde.

As conservas alimentícias fermentadas sob a influência de sais substitutos do cloreto de sódio apresentaram restrições na análise sensorial em comparação ao produto tradicional, entretanto, mostram perspectivas de equilíbrio entre a otimização das misturas, a segurança sanitária dos produtos e a conscientização no sentido de um consumo mais saudáveis com teor de sódio reduzido.

5.2 PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Definição de misturas de sais com teor de sódio reduzido na salmoura de fermentação que apresentem ampla aceitação sensorial e segurança sanitária para o consumidor.

Caracterização da microbiota responsável pela fermentação espontânea láctica do fruto do juazeiro.

Continuação e aprofundamento dos estudos visando a viabilização da produção comercial de conservas alimentícias do fruto do juazeiro.

Referências

REFERÊNCIAS

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Análise sensorial de alimentos e bebidas. NBR 14141. São Paulo: ABNT, 1998.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Análise sensorial de alimentos e bebidas. Terminologia - NBR 12806. São Paulo: ABNT, 1993.

AOAC. *Association of Official Agricultural Chemists* - Method 991.14: Official methods of analysis of AOAC International. 17 ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000.

ARROYO-LÓPEZ A, F. N.; QUEROL, A.; BAUTISTA-GALLEGO, J.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A. Role of yeasts in table olive production. *International Journal of Food Microbiology*, v. 128, n. 2, p.189 -196, 2008.

AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos do cerrado - preservação gera muitos frutos. Brasília: EMBRAPA, 2007.

AZEREDO, H. M.C. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195 p. (Embrapa Agroindústria Tropical).

BARROS DA SILVA, J.; ARAÚJO, M. D.; COSTA DA SILVA, T. R.; MOURA, M. F. V. Acidificação do fruto do juazeiro (*Ziziphus joazeiro Mart.*) por fermentação láctica espontânea sob a influência de cloreto de sódio, cálcio e potássio. In: 53º congresso brasileiro de química. Rio de Janeiro: SBQ, 2013. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/10/2623-14619.html>>. . Acesso em: 05 fev 2014.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. Como Fazer Experimentos. 3. ed. Campinas: Editora Unicamp, 2007. 480 p.

BAUTISTA-GALLEGO J.; LÓPEZ-LÓPEZ, A.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A. Effect of chloride salt mixtures on selected attributes and mineral content of fermented cracked aloreña. *LWT - Food Science and Technology*, v. 44, n. 1, p. 120-29, 2011.

BAUTISTA-GALLEGO J., ARROYO LÓPEZ, F. N., ROMERO, G. V.; RODRÍGUEZ GÓMEZ, F., GARCÍA, G. P, GARRIDO-FERNÁNDEZ A. Chloride salt mixtures affect Gordal cv. green spanish-style table olive fermentation. *Food Microbiol*, v. 28, n. 7, p. 1316-25, 2011.

BENEVIDES, C. M. J.; FORTUNATO, D. M. N. Hortaliças acidificadas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas v.18, n.3, p. 12-2. ago./out. 1998. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000300004 . Acesso em: 10 ago 2012.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Introdução à química de alimentos. 3 ed. São Paulo: Varela, 2003.

BRAGA, R. Plantas do nordeste, especialmente do ceará. Coleção mossoroense. Natal: Ed. da UFRN, 1980. 307 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Campanha quer reduzir o consumo de sal. Portal Anvisa, 2011. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/anvisa+portal/anvisa/sala+de+imprensa/menu+noticias+anos/2011+noticias/campanha+quer+reduzir+o+consumo+de+sal> . Acesso em: 26 jan. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de composição dos alimentos. 3. ed. São Paulo: 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 01 (polpa de frutas), de 7 de janeiro de 2000. DOU, Brasília, 10 de jan. de 2000.

BRASIL. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4ª ed. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, Brasil, 1018 p, 2005.

BORGUINI, R. G.; SILVA, M. V. Características físico-químicas e sensoriais do tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. Alim. Nutr., Araraquara, v. 16 n. 4, p. 355-361. out./dez. 2005.

BRITO, G. Q. Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado aliada à quimiometria na determinação de íons metálicos no molusco *Mytella falcata* para discriminação de estuários potiguarenses. 164 f. Tese (Doutorado em química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN.

CAGNO R.; SURICO, R. F.; SIRAGUSA, S.; ANGELIS, M.; PARADISO, A; MINERVINI, F.; GARA, L.; GOBBETT, M. Selection and use of autochthonous mixed starter for lactic acid fermentation of carrots, French beans or marrows. International Journal of Food Microbiology , v. 127 p. 220-28, 2008.

CAMPOS, C. O. Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): características físico-químicas durante o seu desenvolvimento e na pós-colheita. 2007. 213 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu-SP.

CARDOSO, E. M. Controle do desenvolvimento de levedura deteriorante de azeitona em salmoura acidificada. 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado em engenharia de processos químicos e bioquímicos) – Escola de Engenharia Mauá. Disponível em: [file:///C:/Users/Jos%C3%A9Barros/Downloads/controle-do-desenvolvimento-de-levedura-deteriorante-de-azeitona-em-salmoura-acidificada%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Jos%C3%A9Barros/Downloads/controle-do-desenvolvimento-de-levedura-deteriorante-de-azeitona-em-salmoura-acidificada%20(4).pdf) . Acesso em 10 mai 2013.

CAVALCANTI et al. Obtenção da farinha do fruto do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) e caracterização físico-química Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.1, p. 220 - 224 janeiro/março de 2011. Disponível em: <http://www.revista.gvaa.com.br> , acesso em: 12 jun. 2013.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Campinas/SP: Editora da Unicamp, 2003.

CHEFTEL, J. C. *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*, v. 1. Editora Acribia: Zaragoza, 2000.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2005. 7785 p.

CHIU, M. C.; GIOIELLI, L. A. Lipídios estruturados obtidos a partir da mistura de gordura de frango, sua estearina e triacilgliceróis de cadeia média. I-Composição em ácidos graxos e em triacilgliceróis. *Quim. Nova*, vol. 31, n. 2, 232-37, 2008.

CORREIA, A. A. S.; GONZAGA, M. L. C.; AQUINO, A. C.; SOUZA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W. MAIA, G. A. Caracterização química e físico-química da polpa do noni (*Morinda citrifolia*) cultivado no estado do Ceará. *Araraquara: Alim. Nutr.*, v. 22, n. 4, p. 609-615, out./dez, 2011.

COSTA, N. P. da; LUZ, T. L. B.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* ARR. CÂM.) colhidos em quatro estádios de maturação. *Bioscience Journal* v. 20, n.2, p. 65-71, 2004.

COULTATE, T. P. Alimentos: a química dos seus componentes. 3. Ed. Porto Alegre/RS: Artmed, 2004.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. e FENNEMA. O. R. Química de alimentos de fennema. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DUTCOSKY. S. D. Análise sensorial de alimentos. 3. ed.: Viçosa: UFV. 2007. 239p.

EVANGELISTA, J. Tecnologia de Alimentos. 2ª ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 652p.

EDUCAÇÃO E CIÊNCIA. A importância da química de alimentos. Disponível em: http://www.ehow.com.br/importancia-quimica-alimentos-sobre_32287 . Acesso: 05 jan. 2013

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*). Colombo/PR: Embrapa (Circular técnica), 2007.

SANTOS, F. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp.), Lira Júnior et al. *Ciênc. tecnol. Aliment.*, Campinas, 25(4): 757-761, out.-dez. 2005.

FELLOWS, P. J. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas. Tradução: Florência Cladera Oliveira et al. 2 ed. Porto Alegre, 2006.

FERREIRA, C. L. F. Produtos lácteos fermentados: aspectos bioquímicos e tecnológicos. Viçosa: editora UFV, 2001. 112 p.

FIDALGO, J. A revolução do invisível. *Rev. Bionutrição e Saúde*, n. 18, p. 42 - 45, 2013.

FAO - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. The benefits of fermenting fruits and vegetables. In: Fermented and vegetables a global perspective. Cap. 1, p. 1- 6, 2008.

FAO - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. Basic principles of fermentation. Fermented and vegetables a global perspective. Cap. 2, p. 1 - 10, 2008.

FRANCO, W.; PEREZ-DIAZ. Microbial interactions associated with secondary cucumber fermentation. *Journal of applied microbiology* 114, 161-162, 2012.

GOLDONI, C. L.; BONASSI, I. A. Aperfeiçoamento do processo de fermentação láctica em diferentes hortaliças. *Energ. Agric. Botucatu*, vol. 22, n.4, 2007, p.25-41.

GOLDONI, J. S. Fermentação láctica de hortaliças e azeitonas. In: *Biotecnologia industrial*. v. 4. São Paulo: Ed. Edgar Blücher, 2001. p. 269-303.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 03 nov 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: IAL, 2005, 1018p.

JAY, J. M.. . Microbiologia de alimentos. Porto Alegre: Artmed. 6ed., 2005.

LIMA, Álvaro Silva et al. Caracterização centesimal de maxixe e sua aplicação na produção de pickles. *Alim. Nutr. Araraquara* v.17, n.4, p.407-412, out./dez. 2006.

LIMA, E. D. P. de A.; LIMA, C. A. de. A. ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias spp*) em cinco estádios de maturação da polpa congelada e néctar. *Revista Brasileira de Fruticultura* . v. 24, n.2, p. 338-343, 2002. OK

LIRA JÚNIOR, J. S.; MUSSER, R. S.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S., LEDERMAN, I. E.; SANTOS V. F. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias spp.*). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 25(4): 757-761, out.-dez. 2005.

LORENZI, H. E. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum 5. ed., v.1., 2009.

LU, Z.; FLEMING, H. P.; McFEETERS, R. F. Effects of fruit size on fresh cucumber and composition and the chemical and physical consequences of fermentation. *Journal Chemistry a Toxicology*, v. 37, n. 8, p. 2934 - 39, 2002.

MARQUINA, D.; PERES, C.; CALDAS, F. V.; MARQUES, J. F.; PEINADO, J. M. SPENCER-MARTINS, I. Characterization of the yeast populations in olive brines. *Letters Applied Microbiology*, v. 14, p. 279 - 83, 1992.

MATOS, F. J. A. Plantas medicinais. Guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. 2.ed. Ceará: UFC, 2000.

MCFEETERS, R. F.; PÉREZ-DIAZ, I. Fermentation of cucumbers brined with calcium chloride instead of sodium chloride. *Journal of food science*, v. 75, n. 3, p. 91 - 96, 2010.

MENDES, B. V. Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.): símbolo da resistência das plantas das caatingas. Fundação Vingt-um Rosado. Coleção Mossoroense, série B, n. 1331. 25 p.,1996.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Caatinga: exclusivamente brasileira. Brasília-DF: MMA (arquivo MMA), 2012. Disponível em : <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga> . Acesso em: 02 03 2013.

MONIZ, K. L. A. Caracterização morfológica de sementes e frutos e estudos da germinação da espécie *Ziziphus joazeiro* Mart (Rhamnaceae). 2002. 88 f. Dissertação (Mestrado em botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA.

MOREIRA, L. P. P. F. Produção de azeitona de mesa ao natural fermentada por estirpes de bactérias lácticas potencialmente probióticas. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em engenharia alimentar) - Universidade de Lisboa. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/6343/1/VERSAO%20DEFINITIVA.pdf> . Acesso em 04 jan 2014.

MORENO-BAQUERO, J. M.; BAUTISTA GALLEGO, J.; GARRIDO-FERNANDEZ ; LÓPEZ-LÓPEZ, A. Mineral content and sensory characteristics of Gordal green table olives fermented in chloride salt mixtures. *Journal Food Science*. v. 77, n. 2, p. 107-14, 2012. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2011.02573.x/abstract;jsessionid=2D13BABA2DF493FB8AE7BD151FC86AD4.f01t04?systemMessage=Wiley+Online+Library+will+be+disrupted+Saturday%2C+7+June+from+10%3A00-15%3A00+BST+%2805%3A00-10%3A00+EDT%29+for+essential+maintenance> . Acesso em: 20 abr 2014.

MORETO, E.; FETT, R. GONZAGA, L. V. KUSKOSK, E. M. Introdução à ciência de alimentos. 2. Ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008. 255p.

NASCIMENTO, A. M. C. B.; NUNES, R. G. F. L.; NUNES, L. A. P. L. Elaboração e avaliação química, biológica e sensorial de conserva de maxixe (*Cucumis anguria* L.). *ACTA Tecnológica*, v. 6, n. 1, p. 123 - 36, 2011.

Natureza Bela. Juazeiro - *Ziziphus joazeiro*. Disponível em: <http://belezadacaatinga.blogspot.com.br/2011/04/juazeiro-ziziphusjoazeiro.html>. Acesso em: 20 dez 2013.

NISIOTOU, A. A.; CHORIANOPOULOS, N.; PANAGOU, E. Z. Yeast heterogeneity during spontaneous fermentation of black conservolea olives in different brines solutions. *Journal Applied Microbiology*, v. 108, n. 2, p. 396 – 405, 2010.

OLIVEIRA, G. ; ARAÚJO, M. ; RANGEL, T.; ALAGADOR, D. ; DINIZ-FILHO, José. Conserving the Brazilian semiarid (Caatinga) biome under climate change. *Biodiversity and Conservation*, 2012, Vol.21(11), pp.2913-2926.

OLIVEIRA, M. E. B. De 2, GUERRA, N. B., MAIA, A. H. N.; ALVES R. E.; XAVIER, D. S.; MATOS, N. M. S. Caracterização física de frutos do pequiheiro nativos da chapada do Araripe. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1196-1201, Dezembro 2009.

PARAMITHIOTIS, S.; HONDRODIMOU, O. L.; DROSINOS, E. H. Development of the microbial community during spontaneous cauliflower fermentation. Food Research International, v. 43, n. 4, p. 1098 -103, 2010. Disponível em: http://ac.els-cdn.com/S0963996910000414/1-s2.0-S0963996910000414-main.pdf?_tid=9a7300ea-270e-11e4-afbe-00000aab0f6b&acdnat=1408390620_9a50ca5100e0eb2f9f973e4aeddfc46c . Acesso em: 25 jul 2014.

PEGORER, I. M. Processamento de produtos agropecuários. São Paulo: Etec, 2013. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFqboAB/apostila-conservacao-alimentos-vegetais>> Acesso em: 19 jan 2014.

PEREIRA, F. C.; PEREIRA, D. D.; MARINHO, I. V.; MACEDO, L.P.M. A caatinga e o atual modelo de exploração econômica. In: PEREIRA, et al. (Organizadores). Recursos naturais do semiárido: oportunidades agroindustriais e econômicas. Campina Grande: EDUFPG, 2013. 338 p.

PINELI, L. L. O.; GINANI, V. C. A estética do gosto. In: Alquimia dos alimentos. 2 ed. Brasília: Senac, 2013. Cap. 2, p. 59 - 78.

POTTER, N. N.; HOTCHKISS J. H. Fermentação em alimentos. In: Tecnologia de los alimentos. Madri: Spanish edition. 5 ed., 1999. Disponível em: <http://www.cca.ufsc.br/disciplinas/cal5206/textos/fermentacao>. Acesso em: 11 abr 2014.

REIS SILVA, M.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. Santa Maria: Ciência Rural, v. 38, n.6, p.1790-93, set./2008.

Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n.1, p.15-20, 2011.

RODRIGUEZ-GOMES, F.; BAUTISTA-GALLEGO, J.; ROMERO-GIL, V.; ARROYO-LÓPEZ, F. N.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A.; P. GARCÍA-GARCÍA. Effects of salt mixtures on Spanish green table olive fermentation performance (2012). LWT - Food Science and Technology, v. 46, n. 1, p. 56-63, 2012.

ROSS, R. P.; MORGAN, S.; HILL, C. Preservation and fermentation: past, present and future. International Journal of Food Microbiology. Amsterdam, v. 79. n. 1/2, p. 3-16, 2002.

SILVA, D. F.; MEDEIROS, R. M. L.; VILLA, F. Processamento de conservas de azeitonas verdes: avaliação de cloreto de sódio. In: III Encontro da cadeia da olivicultura. Instituto Agrônomo. Campinas, 2012.

SILVA, E. C.; MAGALHÃES, C. H.; GONGALVES, R. A. Obtenção e avaliação de parâmetros físico-químicos da polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.) – cultivar “Paluma”. In: II semana de ciência e tecnologia do IFMG campus Bambuí, 2009. Bambuí-MG. Anais...Bambuí-MG: IFMG, 2009.

SILVA, J .A. Tópicos de tecnologia de alimentos. S. Paulo: Varela, 2000, 227 p.

SILVA, L. R.; BARRETO, N. D. S.; BATISTA, P. F.; ARAÚJO, F. A. R.; MORAIS, P. L. D. Caracterização de frutos de cinco acessos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.). Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 15-20, 2011.

SOBIOLOGIA. Disponível em:

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica4.php> . Acesso em 13 set 2013.

SOUSA, F. C.; SILVA, L. M. M.; CASTRO, D. S.; NUNES, J. S.; SOUSA, E. P. Propriedades e físico-químicas da polpa de juazeiro. Revista Verde, v.8, n. 2, p. 68 – 71, abr./jun., 2013. Disponível em: <http://www.revista.gava.com.br> .PDF. Acesso em: 05 jan 2014.

UNICAMP- Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO), versão 3. Campinas: UNICAMP, 2011. 105p.

WHO - World Health Organization / FAO - Food and Agriculture Organization. Diet, nutrition and prevention of chronic disease. Diet, nutrition and the prevention of chronic disease. Report of a joined WHO/FAO Expert consultation. In Technical Report Séries n. 916, WHO, Geneve, Switzerland, 2003. Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_916.pdf. Acesso em: 03 abr 2014.

WIKPEDIA. Fermentação láctica. Disponível em:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Fermenta%C3%A7%C3%A3o_l%C3%A1ctica. Acesso em: 10 mar 2014.

YOO, K. M.; HWANG, JI, G. E.; MOON, B. Effects of salts and preheating temperature of brine on the texture of pickled cucumbers. Journal of food science, v. 71, n. 2, p. 97 - 101, 2006.

Apêndice

APÊNDICE A - Fichas Utilizadas na Análise Sensorial

1 - Ficha da Análise Sensorial com o Grupo (Painel) de Provedores

Conserva Alimentícia Produzida a Partir de um Fruto Fermentado Nativo do Nordeste Brasileiro

Produto elaborado de acordo com técnicas de produção da Azeitona Verde em Conserva

Na análise sensorial da Conserva de Juá estão sendo sugeridos os atributos aparência, aroma, textura, acidez e gosto salgado residual, para discussão e consenso do grupo (painel).

Nome: _____ Idade _____ anos Data: ___ / ___ / 2013

Escolaridade: ___ Pós-Graduação ___ Graduação ___ Ensino médio ___ Ensino fundamental

Prove as amostras servidas e dê uma **nota de 1 a 5** a cada atributo conforme a Escala do Ideal:

ESCALA DO IDEAL				
1	2	3	4	5
MUITO FRACO	FRACO	IDEAL	FORTE	MUITO FORTE

Amostra (código)	Aparência	Aroma	Textura	Acidez	Gosto salgado	Gosto amargo residual*
(308)						
(407)						
(204)						
(506)						
(104)						
(708)						
(805)						
(902)						
(607)						

* Considerar a ausência total como o ideal.

Para você, qual o atributo sensorial de maior relevância neste tipo de produto? _____. Outras observações: _____

2 - Ficha da Análise Sensorial com o Consumidor

Teste de Aceitação de Conserva Alimentícia Produzida a Partir de um Fruto Nativo do Nordeste Brasileiro

Produto elaborado de acordo com técnicas de produção da Azeitona Verde em Conserva

Nome (opcional): _____ Idade _____ anos Data: ___ / ___ / 2013

Escolaridade: ___ Pós-Graduação ___ Graduação ___ Ensino médio ___ Ensino fundamental

Você está recebendo uma amostra de Conserva Fermentada, avalie globalmente conforme o grau de **gostar** ou **desgostar**, utilizando a escala abaixo:

Escala Hedônica de 7 pontos	
7 - gostei muitíssimo	
6 - gostei muito	
5 - gostei moderadamente	
4 - nem gostei/nem desgostei	
3 - desgostei moderadamente	
2 - desgostei muito	
1 - desgostei muitíssimo	

Agora, dê sua opinião sobre algumas **características sensoriais** do produto analisado, marcando com um **X**:

Intensidade	Aparência	Aroma	Textura	Ácidoz	Teor de Sal
Muito Fraca (1)					
Fraca (2)					
IDEAL (3)					
Forte (4)					
Muito Forte (5)					

Observações: _____