



**Faculdade De Engenharia**

**Departamento De Engenharia Química**

**Licenciatura Em Engenharia Química**

**Trabalho de Licenciatura**

**Produção de Iogurte Enriquecido com Polpa do Fruto de  
Jambalau (*Syzygium Cumini*)**

**Autor:**

Mate, Herisson Samuel

**Supervisora:**

Prof<sup>a</sup>. Doutora Maida Abdulssatar Khan, Eng<sup>a</sup>

**Co-Supervisora:**

Prof<sup>a</sup>. Doutora Isabel Remígio Guiamba, Eng<sup>a</sup>

**Maputo, Março de 2024**



**Faculdade De Engenharia**

**Departamento De Engenharia Química**

**Licenciatura Em Engenharia Química**

**Trabalho de Licenciatura**

**Produção de Iogurte Enriquecido com Polpa do Fruto de  
Jambalau (*Syzygium Cumini*)**

**Autor:**

Mate, Herisson Samuel

**Supervisora:**

Prof<sup>a</sup>. Doutora Maida Abdulssatar Khan, Eng<sup>a</sup>

**Co-Supervisora:**

Prof<sup>a</sup>. Doutora Isabel Remígio Guiamba, Eng<sup>a</sup>

**Maputo, Março de 2024**

## **TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE TRABALHO DE LICENCIATURA**

Declaro que o estudante Herisson Samuel Mate entregou no dia \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_ as \_\_\_\_  
cópias do relatório do seu Trabalho de Licenciatura intitulado:

**Produção de iogurte enriquecido com polpa do fruto de jambalau (*syzygium cumini*).**

Maputo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_

O Chefe de Secretaria

---

## **DECLARAÇÃO SOB PALAVRA DE HONRA**

Eu, Herisson Samuel Mate, declaro por minha honra que o presente trabalho foi realizado inteiramente por mim, no Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, no âmbito da conclusão do curso de Licenciatura em Engenharia Química.

Maputo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_

---

(Herisson Samuel Mate)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha família: mãe, Nelfa Bernaldo Govene; Pai, Samuel Alberto Mate; avôs, Alberto Mate, Angelina Tembe, Bernaldo Govene e Rabeca Mahavene; aos meus irmãos, Imerson Samuel Mate, Cecílio Samuel Mate, Wilson Govene e Edson Crimildo Lipangue. Muito obrigado por estarem sempre presentes em todos os momentos e por terem transmitido os melhores ensinamentos e valores.

Dedico também a todos os amigos que colaboram directo ou indirectamente, e acreditaram no meu potencial para que eu conseguisse alcançar com sucesso os meus projectos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter iluminado e abençoado o meu caminho, por ter-me dado saúde, sapiência e força para enfrentar os inúmeros desafios durante esta longa caminhada.

Meu especial agradecimento vai para meus pais, por me apoiarem e cuidarem de mim.

A minha mãe, Nelfa Ngovene, por ter confiado em mim e investir nos meus estudos, agradeço imensamente por todo apoio, amor incondicional, por sempre ver o melhor, mesmo em momentos mais turbulentos ao longo da caminhada. Devo minha eterna gratidão a minha família que sempre se dispôs a me ajudar.

Agradeço as minhas supervisoras, Prof. Doutora Maida Abdulssatar Mussá Khan, Eng<sup>a</sup> e Prof. Doutora. Isabel Remígio Guiamba, Eng<sup>a</sup> expresso a minha profunda gratidão por terem acreditado no meu potencial, pela paciência para tirar todas as minhas dúvidas e por ter-me orientado durante todo esse processo. Muito obrigado pela disponibilidade, por todos ensinamentos transmitidos, pelo esforço em reunir condições para aquisição das matérias-primas e a realização das inúmeras experiências deste trabalho, pela bravura, liderança e ousadia de enfrentar novos desafios a cada momento, sendo essas características essências para alcance dos objectivos deste projecto de pesquisa.

Agradeço a todos meus amigos e colegas da turma de Engenharia Química 2018, em especial ao meu grupo de trabalho “the six”, grupo composto por Clésio, Ivan, Felizarda, João e Zenilda, por me apoiarem em todos os momentos que precisei e por terem ajudado no processo de extracção manual da polpa de Jambalau. Expresso o meu apreço aos meus amigos, Alex, Bendita, Bruno, Chris, Cândido, Daniela, Ébe, Edson, Enoque, Ernesto, Francisco, Iassine, Inódio, Jéssica, Jose, Lile, Stela, Shelton, Melinda, Melvin, Mulima, Paulo, Percya e yúnus, Sinto me grato por Deus ter permitido que nossos caminhos se cruzassem e pelo apoio incondicional dentro e fora do calor da cozinha (academia), durante estes anos de caminhada que foi crucial para alcançar os objectivos e metas ao longo de cada ano.

A todos técnicos de laboratório que sempre auxiliaram nas aulas práticas, em especial para: Mestre Asmina, Eng<sup>a</sup>, Virginia, Eng<sup>a</sup>, Mestre Cândida e doutora Nazira.

Sou grato também a todos os Professores do Departamento de Engenharia Química, por ter-me incentivado nos estudos e por terem proporcionado um ensino de qualidade ao longo do curso.

A todos que me apoiaram durante esta jornada, o meu muito obrigado.

## **RESUMO**

O consumo do iogurte enriquecido com polpa de jambalau (*syzygium cumini*) pode contribuir para uma boa dieta alimentar, fornecendo fibras, proteínas, lípidos e Carbohidratos de alta qualidade, além de fornecer minerais, que são responsáveis pelo equilíbrio das funções do nosso organismo, como condução dos impulsos nervosos, o iogurte também se apresenta como uma alternativa alimentar para a fortificação em vitaminas, fundamentais para o desenvolvimento e crescimento do corpo. Este trabalho teve como objectivo determinação e avaliação das características físico-químicas e sensoriais do iogurte enriquecido com polpa de jambalau. Os resultados das análises físico-química do fruto de jambalau mostraram que este possui 75,83% rendimento de polpa, 84,98% de teor de humidade, 0,39% de cinza, 1,83% de teor de proteínas, 0,57 % de teor de lípidos, 0,67% de fibras, 10,56% de Carbohidratos, 15,17° Brix (teor de sólidos solúveis) e 32mg/100g de vitamina C. Os resultados das análises físico-químicas do iogurte mostraram que há adição da polpa de jambalau, agrega valor nutricional ao iogurte, sendo uma excelente alternativa para uma alimentação saudável. Durante o tempo de armazenamento de 21 dias, observou-se que houve um decréscimo do valor de pH e aumento da acidez expressa em termos de ácido láctico. A análise sensorial realizada aos iogurtes demonstrou que o iogurte enriquecido com jambalau apresentou uma aceitação muito boa pelo painel de provadores, demonstrando que o jambalau possui potencial para ser usado como aditivo na elaboração de alimentos. O presente estudo demonstrou que o fruto de jambalau, pode ser utilizado na preparação de ingredientes alimentares para serem incorporados em iogurtes, conferindo-lhe características nutricionais em relação ao iogurte não enriquecido, e atributos sensoriais apelativos em termos de cor, sabor, textura e aroma.

**Palavras-chave:** iogurte, jambalau, análise sensorial.

## Índice

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJECTIVOS .....	2
2.1.	Geral.....	2
2.2.	Específicos .....	2
3.	METODOLOGIA.....	3
4.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
4.1.	Jambalau (syzygium cumini).....	4
4.2.	Iogurte .....	9
4.3.	Secagem .....	22
4.4.	Desidratação osmótica .....	23
5.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
5.1.	Métodos.....	26
5.1.1.	Processamento do fruto de jambalau.....	27
5.1.2.	Processamento do iogurte.....	30
5.2.	Métodos Analíticos .....	32
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
6.1.	Pré-tratamento osmótico .....	35
6.2.	Características biométricas do fruto .....	36
6.3.	Caracterização físico-química da polpa do fruto de jambalau.....	38
6.4.	Caracterização físico-química do iogurte .....	42
6.5.	Análise sensorial .....	46
6.6.	Valores de pH e acidez durante o período de armazenamento .....	50
7.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	53
7.1.	Conclusões .....	53
7.2.	Recomendações .....	53
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54
	APÊNDICES e ANEXOS .....	62

## Lista de símbolos

% w/w – proporção mássica

°Brix – Quantidade de sólidos solúveis

°C – Unidade da temperatura, graus Celsius

$a_w$  – Actividade de água

APN – Associação Portuguesa dos Nutricionistas

$a^*$  – Parâmetro de tom da cor

$b^*$  – Parâmetro de tom da cor

$C^*$  – Croma

FDS – U.S. Food and Drug Administration

g – Unidade de massa, grama

GS – Ganho de sólidos.

HTST – *High Temperature Short Time*

Hue° – Ângulo de tonalidade, em graus

Kcal – Unidade de energia, kilocalorias

L – Luminosidade

LTLT – *Low temperature Long Time*

ml – Unidade de volume, mililitro

mm – Unidade de comprimento, milímetros

pH – Potencial Hidrogeniónico

PM – Perda de massa

PA – perda de água

Rpm – Rotações por minuto

USDA – United States Department of Agriculture

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Aparência externa e interna do fruto do Jambalau.....	4
<b>Figura 2.</b> Produtos produzidos a base de jambalau .....	7
<b>Figura 3.</b> (a) Iogurte natural, (b) iogurte com adição de frutas .....	9
<b>Figura 4.</b> Reacção de fermentação láctica .....	18
<b>Figura 5.</b> (a) Desenvolvimento das culturas em função do tempo, (b) produção de ácido láctico pelas culturas lácteas em função do tempo. ....	19
<b>Figura 6.</b> Transferência de Massa durante o Processo de Desidratação Osmótica. ....	24
<b>Figura 7.</b> Processo de obtenção da polpa de jambalau. ....	25
<b>Figura 8.</b> Fluxograma do processamento do fruto de jambalau. ....	27
<b>Figura 9.</b> Etapas do processamento da polpa de jambalau no processo de desidratação osmótica.....	28
<b>Figura 10.</b> Fluxograma do processo de produção do iogurte. ....	30
<b>Figura 11.</b> Formulações de iogurte produzido com adição de polpa de jambalau .....	42
<b>Figura 12.</b> Histograma de frequência para intenção de compra .....	49
<b>Figura 13.</b> Variação de pH durante o tempo de armazenamento dos iogurtes .....	50
<b>Figura 14.</b> Variação da acidez durante o tempo de armazenamento dos iogurtes.....	52

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição físico-química da polpa, semente e folhas do jambalau .....	5
<b>Tabela 2.</b> Propriedades medicinais do jambalau .....	6
<b>Tabela 3.</b> Composição nutricional do iogurte.....	11
<b>Tabela 4.</b> Parâmetros de diferentes tipos de pasteurização .....	17
<b>Tabela 5.</b> Concentração dos ingredientes utilizados para a fabricação de iogurte .....	31
<b>Tabela 6.</b> Valores médios das perdas de massa, perda de água e ganho de sólidos da polpa de jambalau desidratada osmoticamente nas temperaturas de 40 e 50°C, ao longo do tempo de imersão de 4h. ....	35
<b>Tabela 7.</b> Características físicas da fruta e da semente do jambalau .....	36
<b>Tabela 8 .</b> Caracterização físico-química e física da polpa de jambalau .....	38
<b>Tabela 9.</b> Características físico-químicas de iogurtes com adição de polpa de jambalau. ....	43
<b>Tabela 10.</b> Parâmetros avaliados na análise sensorial dos iogurtes.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

O jambalau (*Syzygium cumini*) é uma planta exótica da família *Myrtaceae*, nativa da Índia oriental, adaptou-se a diversas regiões com clima em sua maioria tropicais e subtropicais (Dias, 2017; Melo, 2022). Com formato ovóide, e cor roxa escura, pouca polpa em seu interior, porém bem carnosa, com uma semente única, possui característica adstringente, mas com sabor agradável que varia de acordo com seu grau de maturação (Lago *et al.*, 2006; Tavares *et al.*, 2016; Dias, 2017). O jambalau é uma fonte rica de fitoquímicos valiosos, incluindo vitaminas e compostos fenólicos, estes compostos conferem a fruta capacidade antioxidante, atuando na eliminação de radicais livres e efeito protector sobre enzimas antioxidantes (Dias, 2017).

Em Moçambique uma parte da produção do fruto de jambalau é aproveitada pelas populações locais tanto para o consumo bem como para a venda do fruto nas periferias da cidade. Entretanto uma grande parte de suas frutas é desperdiçada na época de pico ou safra, em virtude da alta produção da árvore e do tempo de vida útil da fruta *in natura* que é curto.

Como uma das formas de valorização da fruta, pensou-se em utilizá-la como um ingrediente na elaboração de iogurte com vista a incorporar todos os benefícios que o fruto possui. A industrialização é uma das formas de processamento de frutas no país visa além de preservar e estender a vida útil dos produtos, a agregação de valor no uso das frutas nativas.

A fermentação da lactose por bactérias lácticas, produzindo iogurte, é uma técnica que teve seu rápido desenvolvimento no mundo, em virtude da demanda por alimentos mais nutritivos, sentiu-se a necessidade de aprimorar as técnicas de processamento adicionando ingredientes como frutas. As frutas têm como finalidade melhorar os aspectos nutricionais e aceitação do produto final. Neste contexto, pode-se destacar o jambalau que, além de consumido na forma *in natura*, tem aplicações comerciais como elaboração de geleias, néctares, iogurtes, puré, alimentos para crianças, base para bebidas, refrescos, sucos, xaropes, vinhos e outros.

## **2. OBJECTIVOS**

### **2.1.Geral**

- Avaliar a adição da polpa do fruto do jambalau (*Syzygium cumini*) no iogurte produzido.

### **2.2.Específicos**

- Determinar as características físico-químicas do jambalau;
- Analisar a composição físico-química das formulações dos iogurtes com adição da polpa de jambalau;
- Analisar a aceitabilidade das formulações dos iogurtes com adição da polpa de jambalau;
- Avaliar a qualidade nutricional do iogurte produzido com adição da polpa de jambalau fresca e com pré-tratamento osmótico;
- Avaliar o tempo de vida útil do iogurte produzido com adição da polpa de jambalau.

### 3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado com a seguinte metodologia: pesquisa bibliográfica, aquisição das matérias-primas, trabalho laboratorial, tratamento estatístico dos dados experimentais, análise e discussão dos resultados e elaboração do relatório final.

**Pesquisa bibliográfica:** consistiu na fundamentação teórica necessária para tratar o tema em estudo, por meio da análise de literaturas publicadas na forma de livros, artigos científicos, revistas, trabalhos de licenciatura, dissertações de mestrado e teses de doutoramento, que sustentem o desenvolvimento do presente trabalho.

**Aquisição das matérias-primas:** as amostras de Jambalau foram adquiridas na província de Maputo no bairro da Matola-Gare, as matérias-primas complementares como leite em pó, leite fresco, iogurte natural e açúcar branco, nos supermercados da Cidade de Maputo.

**Trabalho laboratorial:**

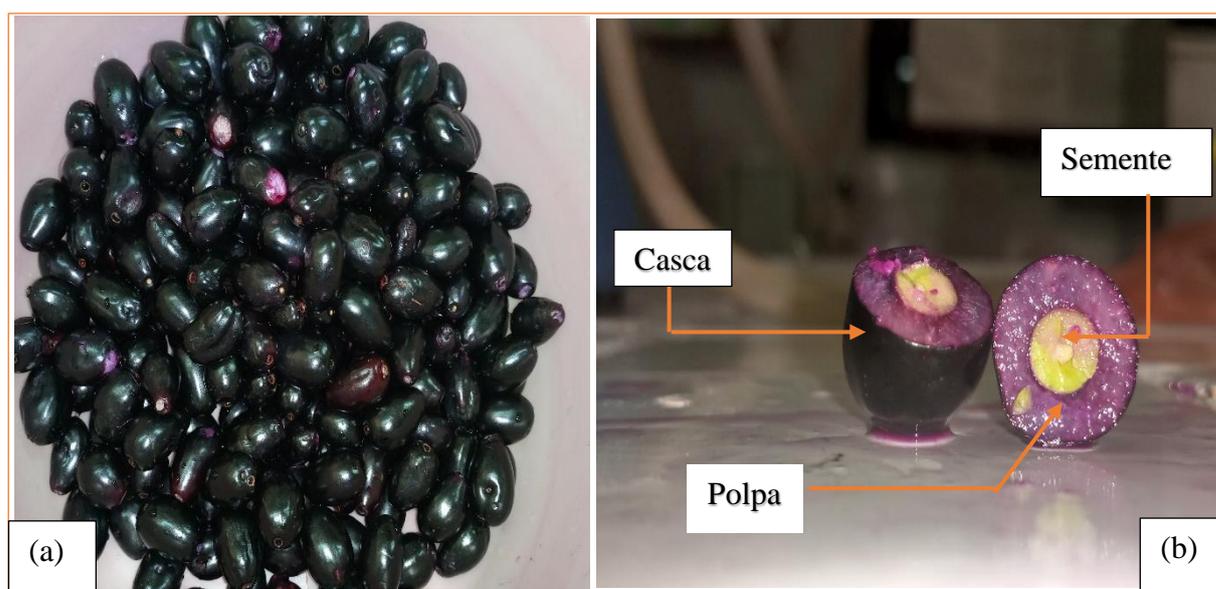
- **Local da realização:** as actividades foram realizadas na Universidade Eduardo Mondlane nas instalações da Faculdade de Engenharia no edifício do Laboratório do Departamento de Engenharia de Química.
  
- **Etapas:** o trabalho laboratorial foi realizado de acordo com as seguintes etapas: Preparação das amostras de Jambalau, caracterização físico-química da fruta *in natura*, desidratação osmótica, ensaios para a produção do iogurte, caracterização físico-química das formulações do iogurte, análise do tempo de vida útil do iogurte e por fim análise sensorial do iogurte.

**Elaboração do relatório final:** consistiu na escrita deste documento contendo as informações relevantes encontradas durante a pesquisa bibliográfica e nas experiências laboratoriais, com as devidas análises, discussões e conclusões sobre o tema em estudo.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Jambalau (*Syzygium cumini*)

O jambalau (*Syzygium cumini*) é uma espécie pertencente à família das *Myrtaceae*, planta com origem na Ásia tropical, especificamente na Índia, África oriental e América do Sul. Desenvolve-se em regiões tropicais e subtropicais, compreende 3800 a 5800 espécies (Dias, 2017). É cultivado em quase todas as regiões de Moçambique, sendo maioritariamente distribuído na zona norte do País. Sua frutificação ocorre nos meses de Novembro a Fevereiro, seus frutos são de coloração violeta escura de forma ovóide, elípticos (**Figura 1**). Em seu trabalho de revisão, Araújo (2014) relatou que o fruto apresenta 1,5 a 3,5 cm de comprimento e cerca de 2 cm de diâmetro, contendo mesocarpo rosada, uma única semente cercada de polpa carnososa, doce, ligeiramente adstringente e transmite cor roxa para a língua.



**Figura 1.** Aparência externa e interna do fruto do Jambalau.

Segundo Matos (2020), o jambalau tem uma longa história de uso no tratamento de várias doenças. Todas as partes do fruto são utilizadas tradicionalmente na medicina popular para tratar diabetes, escorbuto, diarreia e outros distúrbios. Estes efeitos benéficos estão provavelmente relacionados com a presença de compostos bioativos, como antocianinas que são responsáveis pelo pigmento e compostos fenólicos, como flavonóides e ácidos fenólicos, responsáveis pela adstringência. Estes compostos conferem a fruta capacidade antioxidante, atuando na eliminação de radicais livres e efeito protector sobre enzimas antioxidantes (Dias, 2017).

## Composição físico-química e nutricional do jambalau

Vários componentes fazem parte da composição química de frutas e hortaliças, os quais conferem as características de cor e sabor, além dos efeitos nutricionais. A **Tabela 1** apresenta alguns resultados de estudos que caracterizaram tanto a polpa, quanto as folhas e sementes de jambalau.

**Tabela 1.** Composição físico-química da polpa, semente e folhas do jambalau

<b>Composição</b>	<b>Polpa</b>	<b>Semente</b>	<b>Folhas</b>
Humidade (g/100g)	86,23	-	-
Cinzas (g/100g)	2,0	-	-
Proteínas (g/100g)	3,95	6,3	9,1
Lípidos (g/100g)	0,26	0,83	4,3
Açúcar redutor (g/100g)	58,96	-	-
Fibra alimentar solúvel (g/100g)	0,05	-	-
Fibra alimentar Total (g/100g)	0,09	2,3	-
Valor Energético Total kcal/100g	392,92	-	-
Carboidratos	11,37	41,4	-
<b>Vitaminas</b>			
Betacaroteno (mg/100g)	50	-	-
Tiamina (mg/100g)	0,12	-	-
Riboflavina (mg/100g)	0,06	-	-
Ácido ascórbico (mg/100g)	32,5	-	-
<b>Minerais</b>			
Mg (mg/100g)	49,8	0,41	-
Na (mg/100g)	3,5	0,17	-
Ca (mg/100g)	21,5	-	0,17
P (mg/100g)	18,5	-	0,19
K (mg/100g)	130	-	-
<b>Compostos bioactivos</b>			
Compostos Fenólicos (mg/100g)	102,9	361,4	-
Taninos (mg/100g)	33,79	168,24	-
Antocianinas (mg/100g)	108,3	-	-

**Fonte:** Araújo (2014); Melo (2022); Sah e Verma (2011)

Dentre os componentes mais importantes presentes no jambalau, incluem-se a água, pigmentos antociânicos, vitaminas, minerais, aminoácidos, hidratos de carbono e outros componentes resultantes de metabolismo secundário, denominado fitoquímico, fundamentais para a manutenção da vida (Santos, 2015). Além dos compostos listados na **Tabela 1**, estudos vem identificando a presença de outros componentes, classificados como micronutrientes não nutritivos, porém biologicamente activos. Vale ressaltar que já foram identificados mais de 30 fitoquímicos distintos na polpa de jambalau, dentre esses, o destaque vem sendo dado aos compostos fenólicos, principalmente as antocianinas, uma vez que além de apresentarem importante característica de cor, possuem propriedades antioxidantes (Melo, 2022).

### Propriedades medicinais do jambalau

O intenso uso do jambalau na medicina popular despertou a atenção de pesquisadores quanto as propriedades medicinais da planta. Inúmeras acções farmacológicas do jambalau foram encontradas e descritas de acordo com a **Tabela 2**. A utilização dos frutos de jambalau como farmacopeico foi apresentada pela *the British Herbal Pharmacopoeia* em 1983, na forma de extracto seco ou hidroetanólico na proporção de 1:1 em 25% de álcool (Costa, 2017).

**Tabela 2.** Propriedades medicinais do jambalau

Parte da planta	Propriedades
Folhas	Diabetes, diuréticas, cataplasma em doenças de pele, adstringência, anti-inflamatória, leucorreia.
Casca	Antidiarreica, acção inibitória contra actividade do HIV, hipoglicemiante, tratamento de hemorragias, diabetes e úlcera venérea, purificação do sangue, inflamações locais, queimaduras, Cardiotónico e estimulante do SNC, antipirético.
Frutos	Hipoglicemia, adstringência, obstipação, diuréticos, diabetes, Tratamento gastrointestinal, adstringente oral para úlcera de estômago, redução de acidez, diarreia aguda e crónica, retenção urinária, anti-inflamatório, antipirético no tratamento de disenteria, loção de descamação do couro cabeludo.
Sementes	Hipertensão, bactericida, hipoglicemiante, actividade eupéptica
Flores	Actividades antibióticas

**Fonte:** Alberton *et al.*, (2001); Costa (2017).

## Processamento e comércio de jambalau

A industrialização de frutas no País visa além de preservar e estender a vida útil dos produtos, a agregação de valor das frutas nativas. Em Moçambique, a fruta é consumida na forma *in natura*, não sendo aproveitada industrialmente. Grande parte dos frutos é desperdiçada na safra, em virtude da alta produção por árvore, da curta vida útil dos frutos *in natura*, principalmente, por falta de tecnologias de processamento desse fruto (Matos, 2020).

Apesar de ser amplamente consumida, sua comercialização ainda não é expressiva, uma vez que o comércio é praticado ao nível dos mercados internos, não abrangendo o mercado exterior. Devido a sazonalidade do fruto, diversos estudos avaliaram a secagem, o processamento na forma de sucos, geleias, vinhos, iogurtes, bolachas, vinagres, doces, néctares e produtos desidratados, que são alternativas para diversificar a comercialização do fruto e reduzir as perdas pós-colheita, tornando possível o armazenamento em condições ambientais por maior tempo, propiciando o consumo do produto fora da época (Matos, 2020).

A polpa de jambalau é uma excelente fonte de compostos bioactivos que possuem elevando potencial antioxidante, pelo que pode ser aproveitado no ramo farmacêutico, cosmético, e nutricional que é o campo de interesse do presente trabalho, uma vez que o seu uso na área de tecnologia de alimentos reduz a utilização de antioxidantes sintéticos como o BHA (butil-hidroxianisol), o BHT (butil-hidroxitolueno) e o TBHQ (terc-butilhidroquinona), os quais devem ser estabelecidos critérios quanto a sua dosagem e toxicidade para garantir a segurança da sua utilização nos alimentos (Melo *et al.*, 2011).



**Figura 2.** Produtos produzidos a base de jambalau.

Fonte: (a)- <http://nectarfreshonline.com/index.php/honey-blister-.html>;

(b) e (c)- <https://www.bengalbox.com/Sugarless-Bliss-Jam-with-Fibre-kala>.

## **Acção dos compostos fenólicos na saúde humana e nos alimentos**

O organismo humano é composto por átomos, que normalmente não participam de reacções químicas, a menos que possuam electrões desemparelhados em sua órbita externa, tornando-se instáveis. Esses átomos são os chamados radicais livres (RL). São compostos altamente instáveis e quimicamente reactivos com uma enorme capacidade para combinar-se, o que lhe confere alta reactividade (Halliwell e Gutteridge, 1990). Um dos tipos mais comuns é o radical oxigénio, que quando em excesso pode levar ao estresse oxidativo e causar danos nas moléculas biológicas (Figueiredo, 2020).

O desenvolvimento de radicais livres é desencadeado por diversas actividades essenciais para a vida como a respiração, alimentação ou qualquer actividade que cause algum tipo de estresse. Além disso, factores ambientais como poluição do ar, presença de fumaça ou alimentos inadequados também são factores que predispõe o aparecimento desses radicais (Figueiredo, 2020). Tal processo pode danificar o núcleo celular, resultando em mutações e subsequente carcinogénese, promover a oxidação proteica e com perda da função da proteína, e induzir a peroxidação lipídica formando hidroperóxidos que podem causar alterações na estrutura e na função das membranas celulares (Soares, 2015).

Pesquisas têm mostrado que o consumo de alimentos ricos em compostos bioactivos, como frutas, resultam em uma acção protectora efectiva contra os processos oxidativos, que ocorrem naturalmente no organismo. Os estudos indicaram que um dos factores desencadeantes de doenças crónicas, como doenças cardiovasculares, câncer, doenças degenerativas como Alzheimer e diabetes, além do processo de envelhecimento pode estar ligado aos danos causados por formas de oxigénio muito reactivas (Brenna & Pagliarini, 2001; Figueiredo, 2020; Santos, 2017).

Um antioxidante pode ser definido como qualquer substância que, presente em baixas concentrações, na presença de um substrato oxidável, retarda ou inibe significativamente a oxidação. Os antioxidantes protegem as células inibindo as reacções associadas à formação de radicais livres, impedindo a perda da integridade celular e, também, reparando os danos causados por esses radicais, garantido a estabilidade oxidativa (Halliwell, 2007).

## 4.2. Iogurte

### Descrição e evolução histórica

No período Neolítico, entre 5.000 a 3.000 A.C., os pastores começaram a domesticar animais mamíferos como, camelos, búfalos, cabras, ovelhas e vacas. Utilizava-se o leite destes animais como alimento, o leite destes animais era armazenado em marmitas de barro à temperatura ambiente, o que conjugado com o clima do deserto com temperaturas que chegavam a atingir os 43°C, criavam-se as condições para a fermentação do leite, produzindo um tipo de iogurte rudimentar (Robert, 2008).

A primeira produção industrializada de iogurte foi realizada em 1919, em Barcelona na Espanha, em uma empresa chamada Danone. Embora tenha evoluído durante séculos, foi submetido a um processo de evolução no século XX para originar uma vasta gama de produtos. O marco mais alto foi a partir de 1960 em que houve um aumento do consumo deste produto, devido a melhorias nas técnicas de processamento, qualidade nutritiva e da função terapêutica (Weerathilake *et al.*, 2014). A **Figura 3** mostra as diferentes opções de iogurtes.



**Figura 3.** (a) Iogurte natural, (b) iogurte com adição de frutas.

## **Classificação do iogurte**

Actualmente existem no mercado vários tipos de iogurtes classificados de acordo com o processo de elaboração, adição de ingredientes, composição, consistência e textura.

### **a) De acordo com o processo de elaboração, consistência e textura (Robert, 2008)**

- Iogurte tradicional: o processo de fermentação ocorre dentro da própria embalagem, não sofre homogeneização e o resultado é um produto firme, mais ou menos consistente;
- Iogurte batido: o processo de fermentação ocorre em tanques de fermentação ou incubadoras com posterior quebra do coágulo;
- Iogurte líquido: o processo de fermentação é realizado em tanques.

### **b) De acordo com o tipo e composição (APN, 2013)**

- Iogurte natural: não tem quaisquer ingredientes adicionados além das matérias-primas, culturas microbianas e ingredientes facultativos;
- Iogurte açucarado: iogurte natural com sacarose, ou açucarado com edulcorantes;
- Iogurte aromatizado: iogurte ao qual foram adicionados ingredientes aromáticos ou aditivos alimentares;
- Iogurte com pedaços de fruta: iogurte aromatizado ou não, ao qual foram adicionados pedaços de fruta.

### **c) De acordo com o teor de matéria gorda (Robert, 2008)**

- Com creme: Teor de matéria gorda mínima de 6g/100g;
- Integrais ou gordos: Teor de matéria gorda mínima de 3g/100g;
- Parcialmente desnatados ou meio gordo: matéria gorda máxima de 2,9g/100g;
- Desnatados ou magros: matéria gorda máxima de 0,5g/100g.

## Composição nutricional

O iogurte é um alimento de elevado valor nutricional, seu consumo regular apresenta inúmeras vantagens para a saúde humana, embora seu perfil nutricional seja semelhante ao do leite que lhe dá origem. Ocorrem diversas alterações bioquímicas durante o seu processo de produção, que o tornam ainda mais nutritivo. A **Tabela 3** apresenta a composição nutricional de diversos tipos de iogurtes.

**Tabela 3.** Composição nutricional do iogurte

Nutrientes	Tipo de iogurte			
	Gordo	Meio Gordo	Magro	Grego Natural
Proteína (g/100g)	5,7	4,8	5,4	5,7
Gordura (g/100g)	3,0	1,0	0,2	10,2
Carboidratos (g/100g)	7,8	7,4	8,2	4,8
Valor energético (kcal/100g)	79	56	54	133
Cálcio (mg/100g)	200	162	160	126
Fósforo (mg/100g)	170	143	151	138
Potássio (mg/100g)	280	228	247	187
Tiamina (mg/100g)	0,06	0,12	0,04	0,12
Riboflavina (mg/100g)	0,27	0,22	0,29	0,13
Niacina (mg/100g)	0,2	0,1	0,1	0,1
Vitamina B <sub>6</sub> (mg/100g)	0,1	0,01	0,07	0,01
Vitamina B <sub>12</sub> (mg/100g)	0,2	0,3	0,2	0,2
Folato ( $\mu$ g/100g)	18	18	8,0	6
Caroteno ( $\mu$ g/100g)	21	Traços	Traços	Traços

**Fonte:** Weerathilake *et al.*, (2014)

Segundo os dados apresentados na **Tabela 3**, nota-se que a composição nutricional do iogurte, varia de acordo com o tipo e origem do leite usado, incorporação dos diferentes ingredientes como: leite em pó, adoçantes e frutas.

## **Benefícios do consumo do iogurte**

Segundo APN (Associação Portuguesa dos Nutricionistas), (2013), os iogurtes são uma excelente alternativa, em termos nutricionais para indivíduos com problemas na digestão da lactose, pois as bactérias do iogurte produzem enzimas que degradam a lactose. A degradação pode continuar mesmo após a ingestão do iogurte, facilitando a digestão da lactose.

O iogurte é uma excelente fonte de proteínas como caseína, lactoglobulina, lactalbumina, minerais como cálcio, fósforo, magnésio, potássio e vitaminas como vitamina A, vitamina C e vitaminas do complexo B. O seu consumo regular apresenta inúmeros benefícios para a saúde dos consumidores, tais como: melhora a digestão das proteínas, aumenta os níveis de vitaminas do complexo B, melhora a capacidade de absorção de minerais, estabilização da microbiota intestinal após o uso de antibióticos, produção de hormonas e enzimas, protege o intestino das toxinas e melhora a digestibilidade de lípidos devido a presença de lipases (APN, 2013; Santos, 2011).

As bactérias lácticas presentes no iogurte são bactérias probióticas, como tal ajudam na prevenção e tratamento de desordens gastrointestinais, tais como diarreia, obstipação e gastroenterites, também possui a vantagem de reduzir a alergia as proteínas do leite (Robert, 2008).

De acordo Weeratthilake *et al.*, (2014), as proteínas do iogurte são de alta qualidade devido ao seu alto valor biológico e fornecem boa parte dos aminoácidos essenciais como a prolina e glicina, necessários para manter a boa saúde. Realizam funções corporais adicionais, como aumentar a absorção de cálcio e estimular o sistema imunológico. APN (2013), afirma que existem alguns estudos que sugerem que o iogurte contribui para a preservação da doença de crohn, da colite, do cancro do colon e da diabetes do tipo 2.

## **Produção de iogurte**

A produção de iogurte tem como objectivo obter um alimento semi-sólido, de longa vida útil, a partir do leite (Hui *et al.*, 2007).

Segundo Hui et al., (2007) as etapas para produção de iogurte são:

- a) Recepção da matéria-prima e inspeção de qualidade
- b) Padronização do leite
- c) Manuseio das culturas lácteas
- d) Preparação da mistura de iogurte
- e) Homogeneização da mistura de iogurte e pasteurização
- f) Inoculação, fermentação e arrefecimento
- g) Adição de frutas, sabores e cores
- h) Embalagem e armazenamento

### **a) Recepção da matéria-prima e inspeção da qualidade**

A matéria-prima mais importante na produção do iogurte é o leite. O leite utilizado para fabricação de iogurte deve apresentar boa qualidade, ser higienicamente produzido e manipulado, de composição físico- química normal, isento de antibióticos e não deve ser utilizado congelado, a fim de evitar defeitos na textura do produto (Robert, 2008).

É fundamental que o leite não esteja parcialmente fermentado pois irá proporcionar inibição no crescimento das culturas lácticas.

A matéria-prima para a produção de iogurtes é composta por uma variedade de ingredientes tais como: leite, culturas lácticas, leite em pó, adoçantes, estabilizantes, caseinatos alimentícios, frutas e aromas. Os ingredientes obrigatórios para produção do iogurte são o leite e culturas lácticas, os outros ingredientes são opcionais.

## **b) Padronização do leite**

A padronização do leite é uma das etapas mais importantes para a obtenção de iogurte de boa qualidade. Esta etapa envolve, essencialmente, a padronização dos teores de lípidos e sólidos para o nível desejado, a fim de prevenir a separação do soro do iogurte, aumentar a força do gel e aumentar o conteúdo de proteínas para que o produto final tenha a consistência desejada (Hossain, 2015).

Nesta etapa o leite é padronizado de forma a possuir o conteúdo pretendido de gordura (0-3 %) e de outros sólidos não lípidos (12-14%). Sendo conseguido através da adição de vários ingredientes como (leite em pó, nata, concentrados proteicos, combinação do leite desnatado com creme de leite e edulcorantes). A densidade da mistura deve aumentar em relação ao leite, sendo que a densidade relativa aumenta de 1,03 até 1,4 aos 20 °C, e após a padronização podem ser adicionados açúcares ou estabilizantes (Chandan, 2006).

O teor de sólidos totais no leite para produção do iogurte varia na faixa de 9% para o iogurte desnatado até mais 20 % para outros tipos de iogurtes. Se os sólidos totais forem superiores que 22%, podem retardar a fermentação devido ao aumento da pressão osmótica da mistura láctea (Tamine e Deeth,1980).

## **c) Manuseio de culturas**

A cultura láctea necessária para a produção do iogurte é constituída por uma mistura de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* na proporção de 1:1. As culturas de iogurte são geralmente compradas de fabricantes de culturas como concentrados ultracongelados ou pós liofilizados e armazenados entre (-40°C e -57°C) até o uso (Hui *et al.*, 2007; Weerathilake *et al.*, 2014). As culturas devem ser manuseadas de forma asséptica para evitar a introdução de contaminantes indesejados que podem crescer no leite e causar falha na cultura (Hui *et al.*, 2007). O iogurte natural pode ser usado como inóculo desde que contenha somente bactérias activas na sua composição. O inóculo pode ser conservado congelado para produção de outros lotes de iogurte (Smith, 2015).

#### **d) Preparação da mistura de iogurte**

Nesta etapa, outros ingredientes são misturados ao leite padronizado. Para doçura, o açúcar é frequentemente adicionado nesta fase. Adoçantes comuns incluem sacarose cristalina ou líquida, frutose cristalina e xarope de milho rico em frutose. A adição de açúcar superior a 12% ou por vezes tão baixa quanto 9%, diminuirá notoriamente a fermentação alterando o potencial osmótico da mistura (Hui *et al.*, 2007; Razul, 2019).

Os estabilizadores, embora não sejam necessários, são frequentemente adicionados para reduzir a susceptibilidade do iogurte a sinérese, fornecer melhor viscosidade em iogurtes batidos, e para criar um gel mais firme. Os estabilizadores comumente usados na mistura de iogurtes e suas respectivas taxas são: gelatina (0,2- 0,4%), amido (1,2- 2%), pectina (0,05 – 0,2%), agar (0,8 – 1,12%), carageenan (0,05 – 0,2%) e os estabilizadores menos comumente usados são goma de alfarroba, goma xantena e goma de guar (Hui *et al.*, 2007).

#### **e) Homogeneização e pasteurização**

##### **o Homogeneização**

A homogeneização do leite ou mistura do leite é feita normalmente antes do tratamento térmico para minimizar o risco de contaminação e prevenir a lipólise que causa algumas alterações químicas no leite como: redução do tamanho dos globos da gordura, destruição de micelas de caseína que ajudam a aumentar a capacidade de ligação a água (Hui *et al.*, 2007).

Nesta etapa ocorre a redução do tamanho dos glóbulos de gordura para menos 1 µm, permitindo também uma distribuição mais uniforme dos ingredientes. Em produtos com elevado teor de gordura, a homogeneização impede a separação da gordura durante as etapas de fermentação e armazenamento, reduz a separação do soro, torna o leite mais branco, melhora a textura e pode aumentar a viscosidade de iogurtes (Lee e Lucey 2010; Weeratthilake *et al.*, 2014).

Este processo normalmente é feito em duas etapas, onde as temperaturas variam entre 55°C e 81°C e as pressões variam entre 100 bar e 250 bar. Com objectivo de obter uma melhor consistência e estabilidade do coágulo (Chandan, 2006).

Actualmente, a homogeneização por ultrapressão alta foi introduzida na fabricação comercial de iogurte, levando a um aumento na firmeza do iogurte e capacidade de retenção de água comparativamente ao processo convencional (Weeratthilake *et al.*, 2014).

#### ○ **Pasteurização**

Pasteurização é o tratamento térmico que tem como objectivo destruir os microrganismos patogénicos ou inibidores das bactérias lácticas, e outros que possam competir com as culturas do iogurte. Consequentemente ocorre a redução do oxigénio dissolvido no leite auxiliando o crescimento da cultura inicial, pois estas são sensíveis a oxigénio (Robert, 2008).

O tratamento térmico tem vários efeitos benéficos, pois destrói os microrganismos presentes no leite ou na mistura de iogurte que podem interferir no processo de fermentação controlada, desnatura as proteínas do soro que darão ao produto final melhor viscosidade e textura, reduzindo a susceptibilidade a sinérese e libertar compostos no leite que estimulam o crescimento dos microrganismos da cultura inicial, além disso, ajudará alguns ingredientes a atingir o estado necessário para formar géis e redes de proteínas (Robert, 2008; Weeratthilake *et al.*, 2014).

As condições de pasteurização envolvem o aquecimento do leite ou mistura de iogurte a uma temperatura relativamente alta por um determinado período de tempo. As condições típicas deste processo são 85 °C por 30 min e 90 – 95 °C por 5 – 10 min. Entretanto, tempos curtos de temperatura muito alta, isto, é temperaturas na faixa de (100 – 130 °C e tempo de 4 a 16 segundos) ou temperaturas ultra- alta (UHT) (130 °C por 4 a 16 segundos) também são usados às vezes (Hossain, 2015; Razul, 2019). Existem diferentes binómios tempo-temperatura que podem ser utilizados no processo de pasteurização, tal como demonstrado na **Tabela 4**.

**Tabela 4.** Parâmetros de diferentes tipos de pasteurização

<b>Tipo de pasteurização</b>	<b>Processo</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tempo</b>
Baixa temperatura por longo período (LTLT)	Lotes	62,8	30 Min
Alta temperatura por curto período (HTST)	Contínuo	71,1	15s
Maior aquecimento por menor tempo (HHST)	Contínuo	88,3	1s
Ultra – pasteurização	Contínuo	137,8	2s
Temperatura Ultra alta (UHT)	Asséptico	135 – 150	4 – 15s

**Fonte:** Weeratthilake *et al.*, (2014)

O aquecimento insuficiente leva a uma estrutura de gel fraca após a fermentação, enquanto o aquecimento excessivo pode levar a diminuição da viscosidade e granulação. Apesar da combinação de tempo-temperatura usada, é obrigatório cumprir o requisito mínimo para destruir os microrganismos patogênicos mais resistentes ao calor actualmente conhecidos como *Coxiella burnetii* que causam febre em humanos (Hui *et al.*, 2007; Weeratthilake *et al.*, 2014).

#### **f) Inoculação, fermentação e arrefecimento**

##### **o Inoculação**

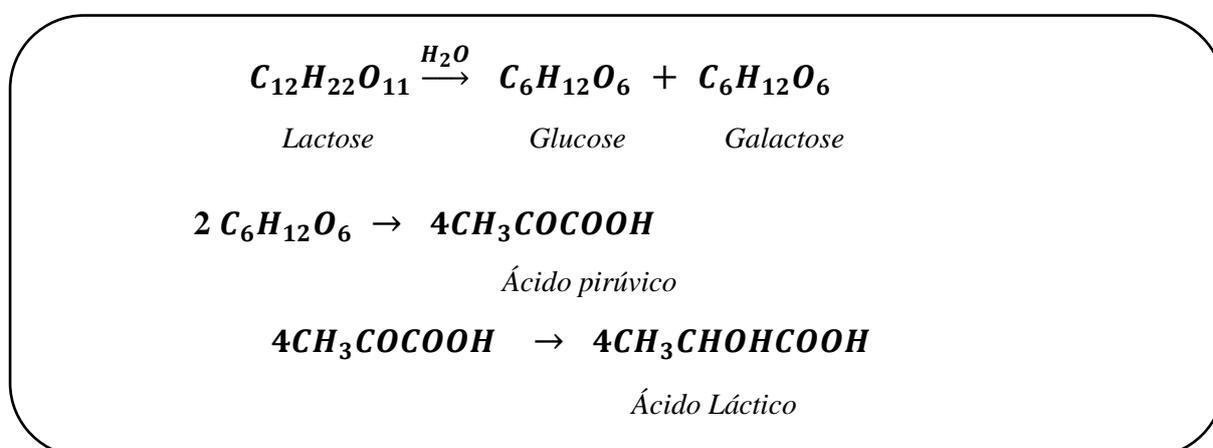
Antes da inoculação é necessário arrefecer a mistura padronizada, até temperatura de 42-45°C. Ao atingir esta temperatura, a mistura é inoculada com bactérias frescas da cultura de arranque *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, na proporção de 1:1. Após a adição da cultura, o produto deve ser homogeneizado, seja na incubadora ou no recipiente, de modo que os microrganismos estejam dispersos de forma equivalente em todo produto.

Embora o nível de inoculação varie entre 1 – 4 %, o nível óptimo é de 2%. Se o nível de inoculação for menos que 2%, a produção de ácido láctico torna-se mais lenta, isto pode causar risco de contaminação devido ao prologando período de fermentação. Caso contrário, imoderados níveis de inoculação resultem em produção rápida e demasiada de acidez que causa

condições desfavoráveis como a formação de aroma indesejado, quebra da textura de iogurte (Hossain, 2015; Razul, 2019).

#### ○ Fermentação

Durante o processo de fermentação, a lactose converte se em ácido láctico que coagula as proteínas do leite juntamente com a produção de pequenas quantidades de outros subprodutos, que conferem sabor e aroma característico do iogurte. O acetaldeído é produzido em maiores quantidades, seguido por acetona, 2-butanona, diacetil e acetona (Robert, 2008). A **Figura 4** apresenta o mecanismo das reacções enzimáticas envolvidas na transformação da lactose em ácido láctico.



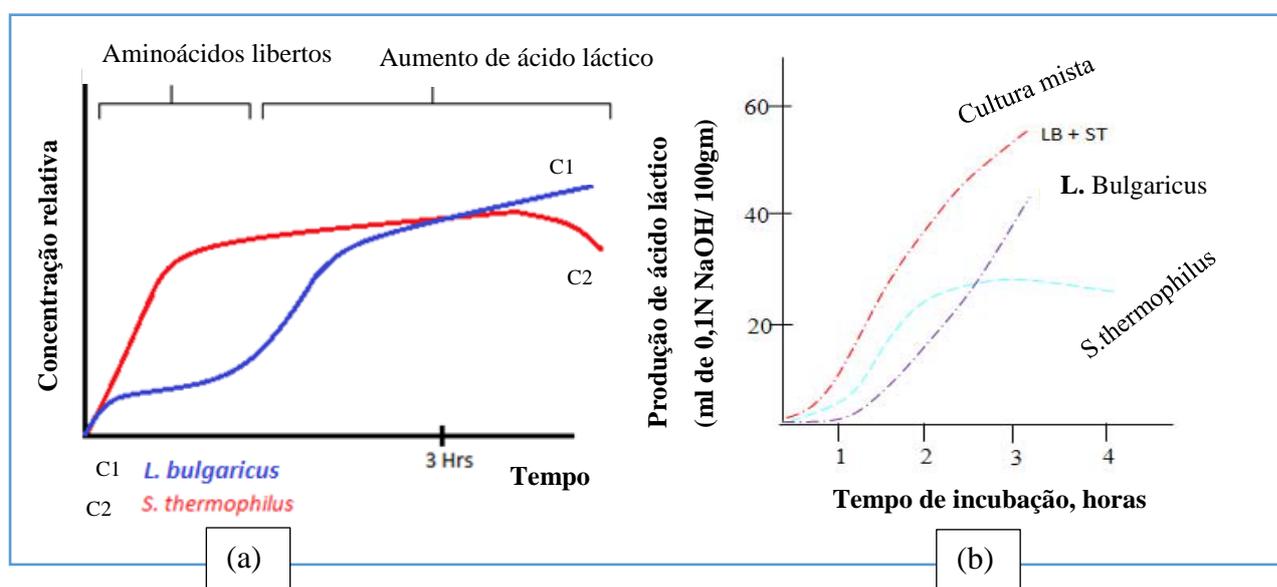
**Figura 4.** Reacção de fermentação láctica.

Na fase inicial ocorre a multiplicação *do streptococcus thermophilus*, durante esta fase ocorre o transporte da lactose do leite através da membrana celular de *Streptococcus thermophilus*, com o auxílio da enzima galactoside permease, sendo posteriormente hidrolisada pela enzima lactase. O *Streptococcus thermophilus* tem a capacidade de produzir níveis elevados de lactase, responsável pela hidrólise de lactose em glicose e galactose. A glicose, por sua vez, é convertida em piruvato, sendo este metabolizado em ácido láctico pela enzima desidrogenese láctica (Sfakianakis e Tzia, 2014).

A medida que o microrganismo se desenvolve, há acúmulo de ácido láctico, diminuição de pH e produção de substâncias como formiato e dióxido de carbono, que favorecem o crescimento do *Lactobacilus bulgaricus*, esse microrganismo, por sua vez, passa a se multiplicar e diminuir cada vez mais o pH, liberando peptídios e aminoácidos como glicina, histidina e valina que estimulam

o crescimento de *streptococcus thermophilus*, quando o pH atinge valores menores, o microrganismo sofre inibição, o *lactobacilus bulgaricus* por ser mais resistente à acidez continua se multiplicado (Cruz, 2019). A relação de simbiose entre os microrganismos aumenta a velocidade de acidificação, contribui com a formação do coágulo e de metabolitos, como acetaldeídos, responsáveis pelo aroma agradável do iogurte.

Em condições de pH 4,3, a multiplicação das duas bactérias passa a ser inibida. A **Figura 5** apresenta a relação entre o desenvolvimento dos microrganismos de forma simbiótica.



**Figura 5.** (a) Desenvolvimento das culturas em função do tempo, (b) produção de ácido láctico pelas culturas lácteas em função do tempo.

**Fonte:** (a) adaptado de Robert (2008) e (b) adaptado de Tamime e Deeth (1980)

O crescimento das bactérias lácticas (*streptococcus thermophilus* e *lactobacilos bulgaricus*) é favoravelmente promovido ao manter a temperatura de incubação na faixa de 42°C a 43°C durante todo o processo de fermentação. As bactérias lácticas do iogurte crescem em simbiose (Razul, 2019).

A relação de simbiose entre *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, permite que a fermentação ocorra nas melhores condições, sendo que a existência de um desequilíbrio na proporção das mesmas pode afectar esta etapa a nível microbiológico e organoléptico (Santos, 2018).

O ácido láctico resultante da fermentação contribui para a desestabilização da micela de caseína, provocando sua coagulação no ponto isoelétrico (pH 4,6 – 4,7) e conduzido para a formação do iogurte (Robert, 2008).

O controlo do pH no processo de fermentação é de extrema importância, pois o iogurte com baixa acidez (pH > 4,6) pode ter uma separação do soro, uma vez que o gel não foi totalmente formando, se o pH for muito baixo, pode ocorrer a contracção do coágulo, devido a redução da hidratação das proteínas (Cruz, 2019).

No fim do processo de fermentação, o coágulo deve apresentar pH entre 4,5 – 4,7, uma concentração de ácido láctico de 0,9%. O período de fermentação pode durar entre 3 a 6 horas a uma temperatura entre 40°C e 45°C, ou em alternativa, entre 16 a 18 horas a uma temperatura de 30°C (Chandan, 2006).

#### ○ **Arrefecimento**

O arrefecimento é uma etapa crítica na produção de iogurte, e é realizado logo após o produto ter atingido o grau de acidez desejado na fermentação. Tem a função de reduzir a actividade metabólica da cultura, controlando deste modo a acidez do iogurte (Robert, 2008).

O recomendável é que o arrefecimento seja feito em duas etapas, para evitar o choque térmico que provoca um encolhimento de massa e danos ao coágulo, pois o arrefecimento rápido pode provocar a separação do soro no iogurte, isso pode ser explicado pela retracção das proteínas do coágulo que afecta a capacidade de retenção da água (Tamime e Deeth, 1980).

Para o arrefecimento, os iogurtes são transferidos directamente para uma câmara de refrigeração ou arrefecidos em tuneis de arrefecimento. A primeira etapa consiste em baixar a temperatura para 18 – 30°C, durante 30 minutos no máximo, o que pode ser feito com água à temperatura ambiente. Na segunda etapa, a redução da temperatura da massa deve atingir a temperatura de 10°C. O aparecimento do sabor característico do iogurte ocorre durante as 12 horas posteriores ao arrefecimento, proporcionado as características finais de um bom iogurte (Hui *et al.*, 2007).

O próximo estágio do processo será a quebra da coalhada com agitação, visando obter uma massa com textura homogénea, a agitação deve ocorrer a temperaturas inferiores a 40°C para se obter

um coágulo consistente durante o armazenamento. Agitação feita a temperaturas elevadas, resulta no aparecimento de partículas do coágulo e separação do soro devido á destruição irreversível da estrutura do gel (Mundim, 2008).

#### **g) Adição de frutas, sabores/ cores / estabilizantes**

Para a produção de iogurte tradicional, a fruta, o sabor e cor são adicionados antes da fermentação. A fruta é enchida directamente nos recipientes individuais. Para o iogurte batido, aromatizado ou com pedaços de fruta, esses ingredientes são adicionados ao iogurte após o arrefecimento continuamente via injeção *inline* ou em lotes, por adição directa ao tanque (Hui *et al.*, 2007).

Os preparados de frutas são adicionados ao iogurte geralmente na proporção de 4 a 5% para que haja uma quantidade mínima aceitável de fruta no produto final. Os ingredientes de cor e sabor devem ser utilizados na proporção de 0,02 a 0,15%, para iogurtes de valor acrescentado recomenda-se o uso 5 – 15% de concentração de frutas (Robert, 2008; Razul, 2019).

No âmbito da adição de aditivos alimentares, apontam-se estabilizantes que são colóides hidrofílicos que se ligam à água, melhoram a estabilização do coágulo, aumentam a viscosidade do iogurte e a minimização da sinérese. Os estabilizantes mais comuns são gelatina, pectina, agar e amido. As quantidades aplicadas oscilam entre 0,1 a 0,5 % e exigem certos cuidados ao serem adicionados. O ideal em que faça se uma pré-mistura com o açúcar (Santos, 2011).

#### **h) Embalagem e armazenamento**

Devido aos riscos de contaminação no produto final, essa etapa do processo de produção de iogurte tem o seu grau de importância, pois a embalagem influi na qualidade do alimento, visto que as alterações dentro do sistema levam a redução da qualidade do produto, provocando a redução do tempo de vida útil do produto.

Os produtos lácteos têm suas peculiaridades e exigências em seu acondicionamento, de forma que alguns critérios devem ser levados em consideração. As embalagens devem ser impermeáveis aos corantes, sabores, odores do ambiente, oxigénio e contaminações externas,

resistir a acidez do iogurte, a humidade, golpes mecânicos a que o produto é sujeito durante o transporte e armazenamento, além de não permitir a exposição do produto a luz (Robert, 2008).

O material da embalagem pode ser de vidro ou plástico, porém o plástico é o material de embalagem preferido para o iogurte, sendo mais comum o uso dos copos de polipropileno e poliestireno (Hui *et al.*, 2007).

A temperatura de armazenamento deve ser de 2 a 5°C para conservar e melhorar a consistência do iogurte, que deve ser consumido a temperatura de 10 a 12°C, na qual o sabor torna-se mais apreciável (Robert, 2008).

### **4.3. Secagem**

Uma das principais causas da deterioração de alimentos frescos e processados é a quantidade de água livre presente. A secagem é um método de conservação de alimentos e ocorre pela remoção da água do material (Matos,2020). A secagem de alimentos pode ser caracterizada por dois processos simultâneos, a transferência de calor, através da vaporização do líquido, e a transferência de massa do líquido ou vapor presente no interior do material para a atmosfera na forma de vapor (Fellows, 2006).

A secagem reduz a disponibilidade de água em um alimento com o propósito de diminuir reações químicas de deterioração, favorecendo a obtenção de um produto de qualidade superior em menos tempo, como consequência a actividade da água diminui, bem como prolongar o tempo de vida útil, reduzir o volume e a massa do produto, com consequente diminuição simultânea do crescimento e desenvolvimento de micro-organismo e inativação de enzimas (Fellows, 2006; Matos,2020).

Nas zonas sem acesso as tecnologias empregadas para a desidratação de alimentos líquidos e pastosos, usa-se a secagem natural, feita pelo sol ou vento (método mais antigo), pode ser aplicada em regiões com temperatura de 35°C a 40°C, com boa taxa de radiação solar, baixa humidade relativa do ar e baixo índice de poluição (Celestino,2010).

Industrialmente a secagem é realizada pelo calor produzido artificialmente sob condições de temperatura, Humidade e corrente de ar, cuidadosamente controladas. Na maioria dos processos

de secagem artificial, ar quente com uma velocidade de  $0,5\text{ m/s}$  a  $3\text{ m/s}$  e baixa umidade é utilizado para transferência de calor por convecção para o alimento, porém também podem ocorrer os mecanismos de transferência de calor por condução e radiação (Celestino, 2010; Matos, 2020).

As vantagens de se utilizar o processo de secagem são várias, dentre as quais se tem a facilidade na conservação do produto, a estabilidade dos componentes aromáticos, apesar das possíveis perdas alguns nutrientes; proteção contra degradação enzimática e oxidativa; redução do seu peso; economia de energia por não necessitar de refrigeração; disponibilidade do produto durante qualquer época do ano; Redução nas perdas pós-colheita e Facilidade de transporte e comercialização (Park et al., 2001).

#### **4.4. Desidratação osmótica**

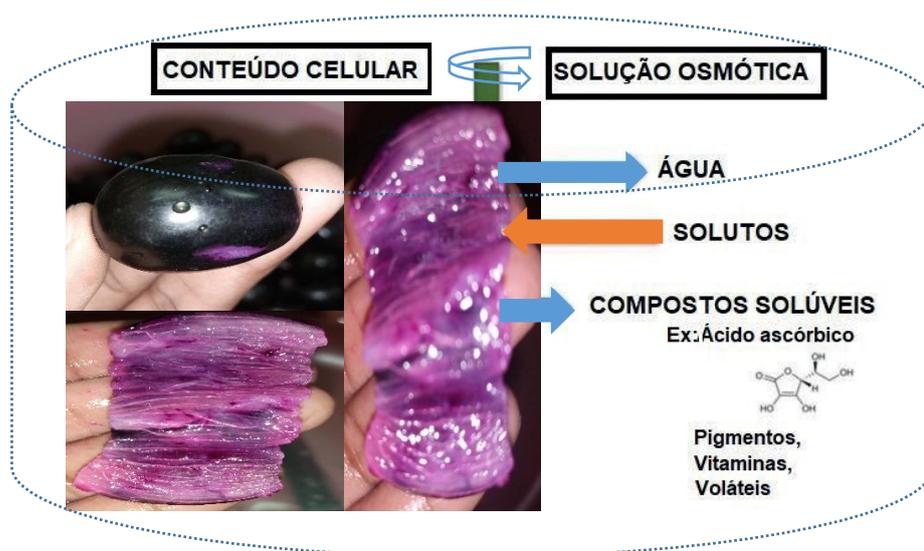
O processo de desidratação osmótica, também denominado desidratação por imersão e impregnação, ou ainda, pré-tratamento osmótico, consiste em remover água do alimento por efeito da pressão osmótica, o que ocorre por imersão do produto em uma solução hipertônica (soluções de sal, açúcar, sorbitol, glicol, por exemplo), de um ou mais solutos (agente desidratante), sob condições controladas de temperatura, tempo e agitação (Córdova, 2006; Rodrigues, 2013).

De acordo com (Celestino,2010) um tempo de tratamento osmótico de 4 horas, em um tanque com temperatura regulável de  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  e concentração da solução osmótica de  $60\text{ }^{\circ}\text{Brix}$ , é a condição ideal para a produção de frutas-passas. Utilizado agitações variando de 60 a 150 *rpm* ao longo do processo, a fim de evitar a ocorrência de uma região de baixa concentração da solução osmótica ao redor da fruta, o que resultaria numa diminuição da taxa de transferência de massa (Lima, 2012).

A diferença de pressão osmótica entre a solução e o alimento leva à remoção parcial de água, ocorrendo difusão de solutos para o interior do alimento. A técnica da desidratação osmótica é um dos métodos mais adequados para obtenção de produtos intermediários, com perda de 20% a 50% da umidade inicial, com alterações mínimas de cor, textura e valor nutricional (Lima, 2012).

Em consequência dos gradientes de concentração da água e do soluto ocorrem dois fluxos principais em contracorrente por meio das paredes celulares (**Figura 6**): um fluxo de água difundindo-se desde o interior do produto até a solução e um fluxo em direção oposta, da

substância desidratante difundindo-se desde a solução até o produto. Além desses dois fluxos principais, ocorre também um terceiro fluxo, saída de substâncias naturais, como açúcares, ácidos orgânicos, sais minerais, vitaminas, pigmentos e outros solutos do próprio alimento para a solução, que embora não tenha influência significativa na transferência de massa, poderá afetar as propriedades sensoriais e nutricionais do produto final (Córdova, 2006; Rodrigues, 2013).



**Figura 6.** Transferência de Massa durante o Processo de Desidratação Osmótica.

Actualmente, o uso da desidratação osmótica como tratamento preliminar vem ganhando espaço para a conservação de alimentos, visto que visa melhorar a qualidade do alimento desidratado, e não apenas remover água do produto, possibilita a formulação de produtos estáveis e mais próximos aos alimentos frescos que produtos desidratados unicamente por secagem convencional, bem como reduzir perdas pós-colheitas (Rodrigues, 2013).

De acordo com Lima (2012) e Rodrigues (2013), a avaliação da cinética da desidratação osmótica envolve, basicamente, três variáveis durante a imersão da fruta na solução desidratante: redução de massa ( $\mu$ ), perda de água ( $\omega$ ) e ganho de sólidos pelo produto ( $\delta$ ).

- ✓ A **redução da massa** ( $\mu$ ) corresponde ao percentual de diminuição de massa da amostra em relação à sua massa inicial;
- ✓ A **perda de água** ( $\omega$ ) refere-se à quantidade de água (g ou mL) que sai da amostra para cada 100 g de sua massa total inicial;
- ✓ O **ganho de sólidos** ( $\delta$ ) é designado pela massa de sólidos solúveis e insolúveis transportada para o interior do produto em relação à massa inicial da amostra.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### Local da realização da pesquisa

As análises físico-químicas do fruto de jambalau e do produto final, bem como a produção do iogurte foram feitas no Departamento de Engenharia Química, no Laboratório de alimentos, Faculdade de Engenharia, Universidade Eduardo Mondlane.

### Obtenção das matérias-primas

Para a realização deste trabalho, foram adquiridas as seguintes matérias-primas nos mercados locais, com excepção do fruto de jambalau:

- Jambalau fresco;
- Leite Gordo fresco (ULTRA<sup>TM</sup> UHT);
- Leite em pó instantâneo Nestlé Nido;
- Iogurte Natural (Nutriday)
- Sacarose granulada (açúcar branco)

O fruto de jambalau foi colectado manualmente, no município da Matola, bairro da Matola Gare, nos meses de Janeiro e Fevereiro do ano de 2023.



Figura 7. Processo de obtenção da polpa de jambalau.

## 5.1. Métodos

### Caracterização biométrica dos frutos de jambalau

Para análise biométrica, os frutos pré-seleccionados foram dispostos sob uma bacada de mármore e submetidos a um processo de quarteamento até atingir um número da amostra de 80 frutos. Foram analisadas as seguintes características biométricas dos frutos e das sementes: diâmetro horizontal e vertical, com auxílio de um paquímetro digital, peso com auxílio de uma balança analítica e rendimento através da pesagem da polpa do fruto com o auxílio de uma balança analítica. O rendimento foi determinado através da **equação (1)**.

$$\text{Rendimento (\%)} = \left( \frac{\text{peso da parte cosmetivel ( polpa + casca )}}{\text{peso do fruto ( polpa + casca + semente)}} \right) \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

### Ensaio preliminares

Foram realizados alguns ensaios preliminares de desidratação osmótica e ensaios para a produção de iogurte com sabor de jambalau.

- Os ensaios preliminares de desidratação osmótica foram realizados com objectivo de definir as melhores condições do processo, tais como temperatura do banho termostático, concentração da solução e tempo de processamento da polpa de jambalau;
- Em relação a produção do iogurte, foram realizados ensaios preliminares para definir a concentração de polpa no iogurte, concentração de açúcar, concentração do leite em pó, tipo de iogurte a produzir, bem como a escolha da cultura iniciadora para a produção do iogurte com sabor de jambalau.



### Preparação da polpa

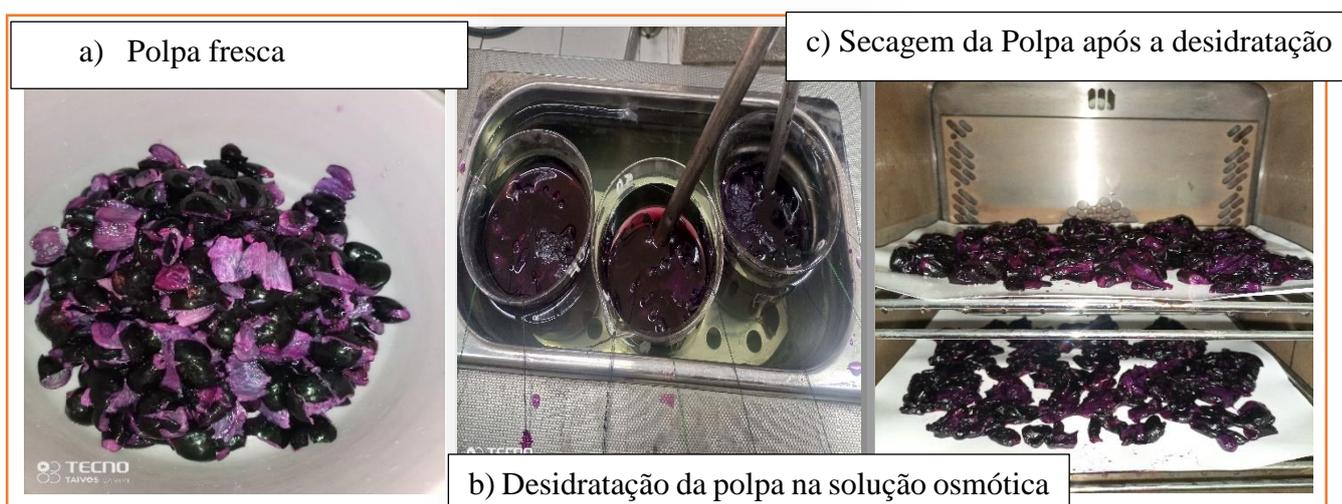
As frutas seleccionadas foram despulpadas manualmente, utilizou se faca de aço inoxidável. Após a higienização, despulpamento e retirada das sementes, a polpa do fruto foi recolhida, embalada a vácuo, acondicionada em sacos nylon-poli com 500 ml cada. Em seguida as embalagens foram congeladas, até o momento da sua utilização.

### Desidratação osmótica

Os ensaios preliminares de desidratação osmótica foram realizados com o objectivo de definir as melhores condições do processo. As soluções utilizadas na desidratação osmótica foram preparadas com açúcar e água destilada nas concentrações de 40 %, 50% e 60% de açúcar (sacarose), segundo a metodologia utilizada por Souza et al. (2004) nos estudos da desidratação osmótica de manga e Córdova (2006) nos estudos da desidratação osmótica da maçã.

### Pré-tratamento osmótico

Pesou-se 100g de polpa de jambalau, colocou se numa estrutura cilíndrica com perfurações a sua volta, usada para segurar a amostra permitindo maior contacto entre a amostra e a solução, evitando que parte da amostra ficasse parcialmente submersa na solução durante o processo. As etapas do processamento estão resumidas na **Figura 9**.



**Figura 9.** Etapas do processamento da polpa de jambalau no processo de desidratação osmótica.

As polpas foram colocadas em copos com capacidade volumétrica de 600 ml, contendo a solução desidratante nas concentrações de 40, 50 e 60 % de sacarose previamente aquecidas a 40 e 50°C,

na proporção de 1:4 (massa da fruta/massa da solução de sacarose), de acordo com os estudos realizados por Assis *et al.*, (2016) na desidratação osmótica da maçã. Durante as 4 horas do ensaio foi realizada a pesagem da amostra previamente identificada, sendo que a cada vinte minutos uma amostra era retirada da solução para pesagem e determinação da variação de massa, ganho de sólidos e perda de água. Após o pré-tratamento, as polpas foram colocadas sobre papel absorvente para remoção do excesso da solução desidratante, antes da pesagem. Para o cálculo da perda de água (PA), ganho de sólidos (GS) e perda de massa (PM), com base na massa inicial do material, no processo de desidratação osmótica, utilizou-se as equações (2), (3) e (4), respectivamente indicadas por Martim, *et al.*, (2007).

$$P_A (\%) = \left( \frac{P_0 \times H_0 - P_t \times H_t}{P_0} \right) \times 100$$

*Equação 2*

$$G_S (\%) = \left( \frac{P_t \times B_t - P_0 \times B_0}{P_0} \right) \times 100$$

*Equação 3*

$$P_M (\%) = \frac{(P_0 - P_t)}{P_0} \times 100$$

*Equação 4*

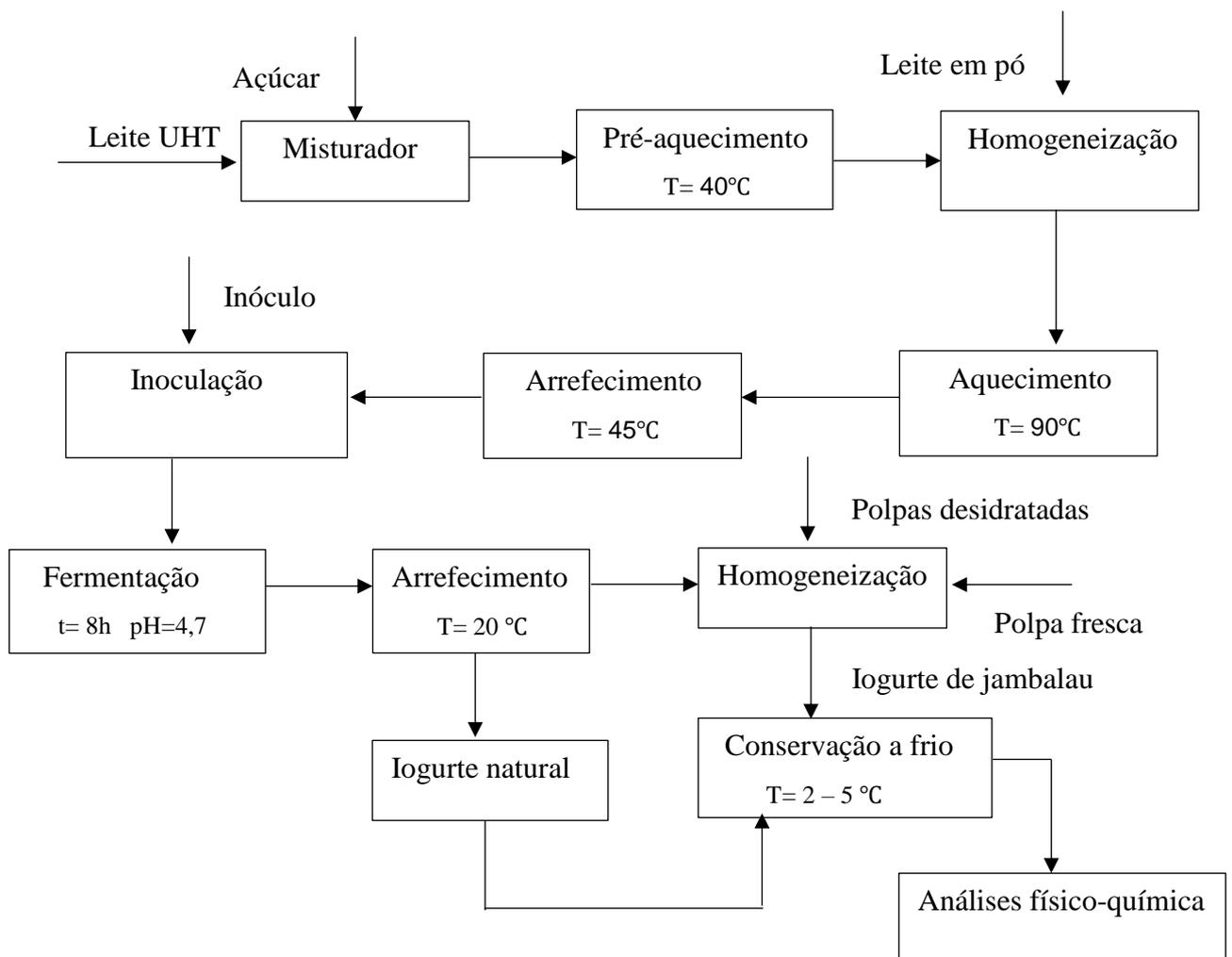
**Onde:**

$P_0$  = Massa da fruta no tempo (t=0);  $P_t$  = Massa da fruta no tempo (t≠ 0);  
 $H_0$  = Humidade da fruta no tempo (t=0);  $H_t$  = Humidade da fruta no tempo (t≠ 0);  
 $B_0$  = °Brix da solução no tempo (t=0);  $B_t$  = °Brix da solução no tempo (t≠ 0);  
 $G_S$  = Ganho de sólidos solúveis;  $P_A$  = Perda de água;  $P_M$  = Perda de massa

### 5.1.2. Processamento do iogurte

#### Delineamento do estudo

Para determinar o tipo de iogurte foram desenvolvidas duas formulações do produto: iogurte produzido sem adição de leite em pó e iogurte produzido com adição de leite em pó. Para determinar as proporções das formulações definitivas de iogurte, foram realizados ensaios preliminares, tendo como variáveis respostas a acidez do produto no final da fermentação e o pH do produto antes e depois da fermentação, bem como avaliação da coagulação do produto. O processamento do iogurte foi realizado conforme o fluxograma apresentado na **Figura 10**.



**Figura 10.** Fluxograma do processo de produção do iogurte.

## Preparo do iogurte

Foram desenvolvidas cinco formulações de iogurtes. As formulações diferiram entre si pela adição e concentração da polpa de jambalau fresco e polpa de jambalau desidratada osmoticamente. As formulações foram divididas em um tratamento de controlo e quatro tratamentos de testes, conforme demonstrado, a seguir:

- F0: Tratamento de controlo: sem adição da polpa de jambalau;
- F1: Tratamento: com adição da polpa de jambalau fresco;
- F2: Tratamento 2: com adição da polpa de jambalau desidratada osmoticamente;
- F3: Tratamento 3: com adição da polpa de jambalau seca na estufa;
- F4: Tratamento 4: com adição da polpa de jambalau desidratada osmoticamente seca.

Após a produção dos iogurtes foram realizados testes sensoriais, para a definição das melhores formulações tendo como variáveis respostas (teor de açúcar, concentração da polpa, estabilidade do coágulo). Com base nos resultados dos testes preliminares, definiu-se as formulações que são apresentadas na **Tabela 5**.

**Tabela 5.** Concentração dos ingredientes utilizados para a fabricação de iogurte

Ingredientes	Formulações				
	F0	F1	F2	F3	F4
Leite UHT (% w/w)	100	100	100	100	100
Leite em pó (% w/w)	8	8	8	8	8
Açúcar cristal (% w/w)	9	8	5	9	8
Inoculo (% w/w)	9	9	9	9	9
Polpa de jambalau fresca (% w/w)	0	5	0	0	5
Polpa desidratada osmoticamente (% w/w)	0	0	5	0	0
Polpa desidratada e seca (% w/w)	0	0	0	5	0
Polpa de jambalau seca (% w/w)	0	0	0	0	5

As formulações do iogurte foram feitas baseando-se nas metodologias de Li *et al.*, (2014) e Razul, (2019). Com algumas modificações nas metodologias proposta pelos autores citados.

## **5.2. Métodos Analíticos**

As análises físico-química, do fruto de jambalau e do iogurte foram feitas em triplicado. Os detalhes dos procedimentos experimentais encontram-se no anexo.

### **a) Determinação de humidade**

A determinação do teor de humidade das amostras foi realizada conforme as normas analíticas do instituto Adolfo lutz (2008), com modificações. Pesou-se 5g de cada amostra, colocou-se as amostras na estufa a vácuo (j.p. selecta, s.a), a uma temperatura de 70°C e pressão de 0,8 bar por 24 horas.

### **b) Determinação do Teor de cinzas**

Seguindo a norma AOAC (940.26), foram utilizadas capsulas de porcelana com 3,0 g de amostra seca posteriormente ocorreu calcinação em forno mufla a 550°C até que as cinzas se apresentassem brancas ou levemente acinzentadas. Logo após, as cápsulas foram resfriadas em dessecador e pesadas.

### **c) Determinação do teor de gordura**

O teor de gordura foi determinado pelo método de extracção directa em soxhlet, segundo a norma (AOAC 948.22). Pesou-se 5g da amostra e procedeu-se a extracção da gordura no aparelho soxhlet usando éter de petróleo como solvente, durante 6h. Após esse tempo, os recipientes foram secos em estufa a 105 °C até que todo o solvente fosse evaporado e restasse somente a fase lipídica, resfriados em dessecador e pesados.

### **d) Determinação de proteína Bruta**

Para a determinação do teor de proteína foi usado o método de Kjeldahl (AOAC 928.08), através da quantificação de azoto total presente nas amostras. Este método será feito em três etapas nomeadamente, digestão, destilação e titulação.

### **e) Determinação de fibra Bruta**

Para a determinação do teor de fibras foi usado o método de weende descrito por Adrian *et al.*, (2000). Este método será feito em quatro etapas nomeadamente, digestão ácida e alcalina, secagem das amostras e carbonização na mufla.

#### **f) Determinação do teor de Carbohidratos**

O teor de Carbohidratos foi determinado subtraindo a soma de humidade, proteína, gordura, cinza e fibra bruta por 100 (AOAC, 2000).

#### **g) Determinação da quantidade de calorías**

O valor energético foi calculado a partir dos teores de proteínas, Lipídio e Carbohidratos, utilizando-se os coeficientes que levam em consideração o calor de combustão para cada um desses grupos de compostos (Taco, 2011).

#### **h) Determinação da actividade de água**

A actividade de água foi determinada a 25°C por leitura directa, no aparelho denominado AQUALAB (Model Series 3TE Serial # 08038551B made in U.S.A) após este ser calibrado com soluções de SiCl.

#### **i) Determinação de teor de sólidos solúveis**

Determinou se o teor de sólidos solúveis através da medição do °*Brix* usando refratómetro do tipo ABBE, segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz, (2008).

#### **j) Determinação do pH**

A determinação do pH foi feita por medição directa da amostra no potenciómetro, previamente calibrado com soluções padrões de pH= 4 e pH= 7. Dissolveu se 1g da amostra em 10 ml de água destilada, agitou-se até completa dissolução, e fez-se a leitura de pH.

#### **k) Determinação da acidez titulável**

A acidez titulável foi determinada pela técnica do Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### **l) Determinação do teor de vitamina C**

O teor de vitamina C foi determinado pela técnica do Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### **m) Determinação da cor**

A avaliação colorimétrica foi realizada com auxílio de um colorímetro digital (Minolta color - CR-10), programado no sistema CIELAB de cores. O equipamento foi previamente calibrado com uma placa de calibração branca, com as seguintes variáveis respostas: i) L\* (Luminosidade); ii) a\* (+a\* = vermelho e -a\* = verde); iii) b\* (+b\* = amarelo e -b\* = azul).

#### **n) Vida de prateleira**

O monitoramento da vida de prateleira foi avaliado por meio da taxa de incremento ou decaimento dos parâmetros de pH e teor de acidez em função do tempo de armazenamento sob refrigeração a temperatura de 5°C, avaliados durante o intervalo de 7 dias (1, 7, 14 e 21) até que houvesse a perda das características de qualidade do produto.

#### **o) Análise sensorial**

Amostras de iogurte de enriquecido com polpa de jambalau foram submetidas a avaliação sensorial numa escala hedônica de 9 pontos, variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente). Os provadores manifestaram a intenção de compra de acordo com a escala hedônica de 5 pontos, variando de 1 (certamente não compraria este produto) a 5 (certamente compraria este produto).

O painel foi composto por 58 provadores não treinados, estudantes e funcionários da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane com idades compreendidas entre 18 a 60 anos. As quatro amostras seleccionadas foram servidas a frio após a retirada da geleira em copos descartáveis de 25 ml, previamente codificada, em local fresco com presença de luz. Os membros do painel foram solicitados a preencher o formulário de avaliação sensorial, avaliando os parâmetros de cor, textura, aroma e sabor das amostras.

#### **p) Análise estatística**

Os resultados das análises foram avaliados por meio de estatística descritiva (média  $\pm$  desvio padrão), com auxílio do *software* Microsoft Office Excel 2013 e para verificar a existência de diferença entre os resultados, foi realizada a análise de variância (Anova), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ), por meio do *software* past 4.1.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Pré-tratamento osmótico

Os valores médios dos dados experimentais encontrados para as análises de perda de massa (PM), perda de água (PA) e ganho de sólidos (GS) da polpa de jambalau, ao longo do tempo de imersão, estão apresentadas na **Tabela 6**. Os ensaios de desidratação osmótica da polpa de jambalau foram realizados com objectivo manter as características iniciais do fruto “*in natura*”, utilizando temperatura, concentração da solução e tempo de imersão que não provoquem muitas alterações na estrutura da polpa.

**Tabela 6.** Valores médios das perdas de massa, perda de água e ganho de sólidos da polpa de jambalau desidratada osmoticamente nas temperaturas de 40 e 50°C, ao longo do tempo de imersão de 4h.

Tempo de Imersão (h)	40°C			50°C		
	PM (%)	PA (%)	GS (%)	PM (%)	PA (%)	GS (%)
40% Sacarose						
1	30,90	8,50	22,39	16,28	5,03	11,25
2	36,61	10,98	25,62	19,02	6,08	12,94
3	37,05	11,19	25,85	20,85	6,82	14,04
4	38,66	11,99	26,67	20,96	6,86	14,10
50% Sacarose						
1	5,85	2,36	3,49	13,65	3,41	10,24
2	12,29	5,33	6,96	17,32	4,52	12,80
3	16,81	7,69	9,12	21,50	5,91	15,58
4	17,08	7,84	9,24	21,92	6,06	15,86
60% Sacarose						
1	19,17	6,08	13,08	16,94	9,39	7,55
2	20,55	6,64	13,91	21,24	12,42	8,83
3	20,72	6,70	14,01	31,73	21,39	10,34
4	26,72	9,35	17,36	32,61	22,28	10,34

Observou-se que os valores de perda de água, perda de massa e ganho de sólidos, nas duas temperaturas estudadas foram afectados pela concentração da solução de sacarose e pelo tempo de imersão dos frutos. Verificou se maior taxa de perda da água no início da desidratação

osmótica. O ganho de sólidos foi afetado significativamente pelo tempo de imersão. Na temperatura de 50°C foram obtidos os melhores resultados em todas as variáveis respondidas, isto é, maior perda de água e menor ganho de sólidos (**Tabela 6**) quando comparadas com a temperatura de 40°C. Portanto escolheu-se a temperatura de 50°C, para realizar o processo de desidratação osmótica.

Em relação à concentração, observou-se que a maior concentração da solução osmótica, isto é, 60% de sacarose, permitiu maximizar a perda de água e minimizar o ganho de sólidos, nas duas primeiras horas. Maior tempo de exposição do jambalau à solução desidratante pode ocasionar alterações significativas nas características sensoriais do produto final devido à maior incorporação de sólidos, uma vez que o processo deixa de ser eficiente, portanto o tempo de desidratação osmótica foi estabelecido para duas horas, com concentração da solução osmótica de 60% de sacarose.

## 6.2. Características biométricas do fruto

Na **Tabela 7** é possível observar o resultado da análise descritiva das características biométricas analisadas no fruto e na semente do jambalau, dentre as variáveis analisadas, o peso do fruto, diâmetro horizontal e altura do fruto e da semente, e o rendimento (%), apresentaram um coeficiente de variação (Cv) na faixa de 5- 10%, indicando, uma distribuição homogênea dos dados, isto é, dados menos dispersos.

**Tabela 7.** Características físicas da fruta e da semente do jambalau

Parâmetro biométrico	Máximo	Mínimo	Média	Cv
<b>Fruto</b>				
Peso do fruto (g)	7,83	4,94	6,15±0,62	10,03
Altura (mm)	33,47	26,5	28,65±1,40	4,87
Diâmetro horizontal (mm)	20,52	17,3	18,49±0,89	4,79
<b>Semente</b>				
Peso da semente (g)	1,88	1,09	1,48±0,25	16,88
Altura (mm)	22,19	16,58	19,11±1,81	9,46
Diâmetro horizontal (mm)	10,6	8,74	9,87±0,53	5,38
<b>Rendimento (%)</b>	81,54	69,34	75,83±3,99	5,26

Cv: Coeficiente de Variação.

Na **Tabela 7** é possível observar que o peso do fruto apresentou um valor médio de  $6,15 \pm 0,62$  g. Por sua vez o diâmetro horizontal e altura do fruto apresentaram valores médios de  $18,49 \pm 0,89$  e  $28,65 \pm 1,4$  mm, respectivamente.

Segundo Ferraz *et al.*, (2014) e Steiner *et al.*, (2017) em seus estudos encontraram valor médio de massa fresca (peso do fruto) de 4,82 g e 4,02 g. Com diâmetro horizontal e altura apresentado valores médios de (16,67; 28,07mm) e (16,5; 22,6mm), respectivamente. Dessa forma, pode-se dizer que os valores verificados no presente trabalho são superiores em relação aos valores médios dos parâmetros biométricos do fruto dos trabalhos citados.

Analisando os dados das sementes, (**Tabela 7**) é possível observar que estas apresentaram um peso médio  $1,48 \pm 0,25$ , Nesse sentido, a semente representou cerca de 24,17% do peso do fruto, sendo esse valor inferior ao reportado no trabalho desenvolvido por Ferraz *et al.*, (2014), onde a semente representou 34,5% do peso total do fruto (0,78 g), porém próximo ao reportado no trabalho de Steiner *et al.*, (2017), onde a semente do jambalau representou 27% do peso do fruto, com média 1,23 g.

Em relação ao diâmetro horizontal e altura da semente, apresentaram valores médios de  $9,87 \pm 0,53$  e  $19,11 \pm 1,81$  mm, respectivamente (**Tabela 7**). Os resultados de altura da semente descritos neste trabalho são superiores aos apontados por Steiner *et al.*, (2017), onde a altura da semente apresentou valor médio próximo a 16,19 mm. Porém, ao avaliarem o diâmetro horizontal da semente, identificaram valor médio próximo a 9,35 mm, resultado próximo ao encontrado no presente trabalho.

Quanto ao rendimento, obtido no processo de extração da polpa do jambalau é possível observar (**Tabela 7**) que o fruto apresentou um rendimento médio  $75,83 \pm 3,99$ , sendo as taxas de extração da polpa mínima e máxima de 69,34 e 81,54 %, respectivamente. Frutos com rendimento superior a 50%, apresentam potencial para industrialização, mesmo em estágios de maturação avançados (Lima *et al.*, 2002). Assim, sendo há potencialidade de uso do fruto de jambalau para o sector da indústria extractiva e de produção de polpa de frutas.

Observa-se a relação de proximidade entre os rendimentos do fruto de jambalau com outros frutos da família *myrtaceaes*. No trabalho desenvolvido por Bueno *et al.*, (2017) na avaliação das características físico-químicas de frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica*), identificaram um

rendimento do fruto na ordem de 83,70 a 93,8 %. No trabalho desenvolvido por Silva *et al.*, (2016) ao avaliarem o rendimento do fruto Araçá Amarelo (*Psidium cattleianum* Sabine), reportaram rendimentos médios de polpa em torno de 94%.

### 6.3. Caracterização físico-química da polpa do fruto de jambalau

Os resultados das análises físico-químicas da polpa dos frutos de jambalau encontram-se na **Tabela 8**.

**Tabela 8** . Caracterização físico-química da polpa de jambalau

<b>Parâmetros Físico-Químicos</b>	<b>Polpa de jambalau</b>
Humidade (%)	84,98 ± 0,31
Cinzas (g/100g)	0,39 ± 0,04
Proteína (g/100g)	1,83 ± 0,04
Lípidos (g/100g)	0,57 ± 0,02
Fibras (g/100g)	0,67 ± 0,03
Carboidratos Totais (g/100g)	10,56 ± 0,32
Acidez Total Titulável (%)	0,69 ± 0,01
Actividade de Água ( $a_w$ )	0,98 ± 0,01
Teor de Sólidos Solúveis (°Brix)	15,17 ± 0,58
pH	3,91 ± 0,08
Rácio (SST/ATT)	21,96 ± 1,07
Vitamina C (mg/100g)	36,38 ± 1,17
Valor energético (kcal)	58,64 ± 1,09
<b>Coordenadas colorimétricas</b>	
$L^*$	22,13 ± 1,4
$a^*$	20,58 ± 0,98
$b^*$	- 7,51 ± 0,59
Croma	21,91 ± 1,09
Ângulo de tonalidade Hue (graus)	339,98 ± 0,87

\*Os valores representam a média dos triplicados ± desvio padrão (base húmida).

Quanto a composição físico-química da polpa de jambalau, observou-se (**Tabela 8**) que esta apresentou um teor de humidade em torno de  $84,98 \pm 0,31$ . Tais resultados são semelhantes aos achados por Araújo (2014) e Bezerra (2015), em seus estudos encontraram valores médios em torno de 84 % para a polpa do fruto. Semelhantemente Mussi *et al.*, (2015) e Brito *et al.*, (2017) avaliaram as características físico-químicas da polpa do jambalau, na pesquisa os autores encontraram valores de humidade na ordem de 86 % e 87,2%. Dessa forma, pode-se dizer que os valores verificados aqui estão bem próximos aos dos trabalhos citados.

Em relação actividade de água ( $a_w$ ) foram encontrados valores médios de  $0,98 \pm 0,01$  na polpa do jambalau, indicando que possui alta quantidade de água disponível para reacções bioquímicas e microbiológicas. Mussi *et al.*, (2015) na avaliação físico-química das partes do jambalau verificou uma  $a_w$  de 0,998 na polpa do fruto e 0,989 na parte comestível (polpa + casca). Tais resultados são semelhantes aos achados neste estudo para a polpa do jambalau.

A actividade de água e o teor de humidade são parâmetros importantes na conservação de alimentos. Em virtude dos altos teores de actividade da água e humidade, a necessidade de adopção de tecnologias alternativas de conservação do fruto de jambalau, visto que teores de  $a_w$  maiores que 0,6, tendem a proporcionar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis nos produtos alimentares, alterando assim, suas características físicas e sensoriais (Chisté *et al.*, 2006).

Nesse estudo, a polpa do jambalau apresentou um pH em torno de  $3,91 \pm 0,08$ , uma acidez total titulável de  $0,69 \pm 0,01$  (g ácido cítrico.100g<sup>-</sup>). Os valores médios de pH e Acidez encontrados na polpa de jambalau foram próximos aos relatados por Lago *et al.*, (2006), em estudos com jambalau, com valores médios de pH e acidez da polpa na ordem de  $3,90 \pm 0,02$  e  $0,591 \pm 0,01$  (g ácido cítrico.100g<sup>-</sup>). Essa faixa de valores de pH e acidez caracteriza o fruto de jambalau como um alimento ácido e pode favorecer o crescimento de leveduras, com isso, a secagem pode ser uma boa alternativa para a estabilização do produto (Neves, 2017).

O teor de sólidos solúveis totais representam os compostos solúveis em água, como açúcares, vitaminas, ácidos e aminoácidos, existentes no fruto, desta forma sendo um atributo importante para a determinação do sabor do fruto. O teor de sólidos solúveis encontrado na polpa de jambalau foi de  $15,17 \pm 0,58$  °Brix. Sendo este valor superior ao relatado por Lago *et al.*,

(2006), isto é,  $9 \pm 0,01$  °Brix. Em contrapartida, Barcia (2009) apresentou valores superiores ao deste estudo, na ordem de  $19 \pm 0,41$  °Brix. O teor de sólidos solúveis aumenta durante a maturação dos frutos. Por isso, é de se compreender que os maiores e menores valores encontrados pelos autores citados, estejam associados a diferença no estágio de maturação do fruto.

Como consequência do maior teor de sólidos solúveis totais e da menor acidez, a polpa de jambalau apresentou rácio médio de  $21,96 \pm 1,07$ , expresso através da relação (SST/ATT). Segundo Batista *et al.*, (2013), a relação (SST/AAT) é uma das melhores formas de avaliação do sabor e do grau de maturação dos frutos e seus derivados. Quando essa relação assume valores mais elevados, o fruto encontra-se em bom estado de maturação e com o sabor adocicado predominante.

Analisando o teor de cinzas da polpa, observou-se que esta apresentou em média  $0,39 \pm 0,01$  (g de cinzas  $100\text{g}^{-1}$ ). Já em relação as principais biomoléculas fontes de energia, observou-se que a polpa apresentou teor de Carbohidratos em torno de  $10,56 \pm 0,32$  g/100g, sendo essa biomolécula em maior quantidade, quando comparado aos teores de lípidos ( $0,57 \pm 0,02$  g/100g), proteínas ( $1,83 \pm 0,04$  g/100g) e fibras  $0,67 \pm 0,03$  g/100g.

Contudo, os valores aqui obtidos foram superiores aos de alguns trabalhos encontrados, a saber Pereira *et al.*, (2015), Lago *et al.*, (2006) e Sá (2008) que verificaram em seus trabalhos valores de lípidos que variavam entre 0,3 e 0,55 g/100g, e valores de fibra que variavam entre 0,81 e 0,89 g/100g. Sá (2008) por sua vez encontrou valores de 1,86 g/100g de proteína para a polpa, sendo esse valor superior ao encontrado neste estudo.

Dentre os valores encontrados no presente trabalho, somente o teor de Carbohidratos esta próximo dos resultados apresentados pelos autores citados, visto que os pesquisadores encontraram teores na ordem de 10,07 a 11,68 g por 100 g de polpa do fruto analisado.

Quanto aos indicadores colorimétricos, estes podem ser observados na **Tabela 8**. A polpa do jambalau apresentou para o parâmetro luminosidade ( $L^*$ ) valores próximos a  $22,13 \pm 1,4$ , os quais foram compatíveis com os verificados por Brito *et al.*, (2017),  $L^* = 22,20 \pm 0,06$  Dessa forma, a polpa avaliada apresentou tons de luminosidade ( $L^*$ ) mais escuros.

Tais observações podem ser complementadas através da análise dos níveis de saturação ( $a^*$  e  $b^*$ ) da polpa. O valor encontrado para a coordenada  $a^*$  ( $20,58 \pm 0,98$ ) para a polpa indicou tendência para vermelho com valor positivo.

Os valores encontrados para a coordenada  $b^*$  ( $-7,51 \pm 0,59$ ), indicaram tendência para azul. Para a coordenada  $a^*$ , Barcia *et al.*, (2012) e Soares (2015) relataram valores inferiores aos obtidos no presente estudo para a polpa e casca in natura, os quais variaram de (8,41 a 12,29) e de (7,86 a 10,49) respectivamente, enquanto que para a coordenada  $b^*$ , os valores verificados por esses autores variaram de (-6,57 a -7,22) e (-3,36 a -5,29).

No entanto, os valores de chroma ( $c^*$ ) obtidos por eles (8,76 a 11,58 ) foram inferiores aos valores constatados nesta pesquisa, isto é,  $21,91 \pm 1,09$ . Os valores de graus hue (H) encontrados neste trabalho para polpa foram em torno de  $339,98^\circ$ . Em virtudes das características colorimétricas do fruto de jambalau, pode se classificar na escala de cor CIELAB no espaço correspondente a região roxo-avermelhado.

O teor de vitamina C encontrado na polpa de jambalau foi de  $36,38 \pm 1,17$  mg/100g, sendo este valor superior ao relatado por Araújo (2014), e inferiores aos reportados por Rufino *et al.*, (2011), que relataram em seus estudos valores médios na ordem 32,5 e 117 mg/100g, respectivamente. A vitamina C actua como antioxidante, para protecção contra doenças e processos degenerativos relacionados ao estresse oxidativo provocado pelas espécies reactivas de oxigénio (Halliwell e Gutteridge, 2007).

Em virtude das potencialidades do jambalau como uma fonte de nutrientes, é evidente que possui elevado potencial nutricional para incorporação na dieta alimentar, além de ser uma fonte de compostos fitoquímicos que possuem capacidade antioxidante. Isso faz com que esse fruto seja recomendado para consumo in natura, utilização na indústria de alimentos e indústria farmacêutica, uma vez que o seu consumo está associado a cura de diversas doenças, conforme ilustra a (**Tabela 2**).

Um factor importante e que deve ser levado em consideração, é o facto de que a composição química dos vegetais, sofre influência de diversos factores, incluindo o tipo de solo e as práticas agrícolas adoptadas, bem como as condições climáticas e o estágio de maturação do fruto a ser

colectado e analisado (Chitarra e Chitarra, 2005; Melo, 2022). Todos os factores citados podem ter contribuído para as diferenças nos valores dos macronutrientes apresentados no presente trabalho com os diferentes autores que trabalharam com o fruto de jambalau em sua pesquisa.

#### 6.4. Caracterização físico-química do iogurte

Pode ser observado na **Figura 11** as formulações de iogurte produzido com adição da polpa fresca (F1), polpa desidratada osmoticamente (F2) e polpa seca na estufa (F4)



**Figura 11.** Formulações de iogurte produzido com adição de polpa de jambalau.

Na **Tabela 9** pode ser observados os resultados da caracterização físico-química dos iogurtes Com adição de polpa de jambalau para as diferentes formulações.

Verifica-se que o teor de água é o principal componente dos iogurtes, os valores de humidade obtidos ficaram entre 63,34 a 72,57 %, havendo diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para as formulações, com excepção das formulações F0 e F2 que não apresentaram diferença significativa. Apresentando maior valor humidade no iogurte F0 e os menores nos iogurtes F3 e F4. Os resultados sugerem que a adição da polpa seca ao iogurte enriquecido com jambalau, reduziu significativamente o teor de água, em virtude disso o teor de sólidos totais é aumentado.

Resultados de teor de humidade semelhantes aos iogurtes F3 e F4 foram encontrados por Pereira (2015), em iogurtes do tipo grego elaborados com diferentes teores de açúcar e gordura com valores entre 62,84 a 67,78 %. Na elaboração de iogurte concentrado com adição de polpa mista

de jambalau e acerola, Matos (2020) encontrou teor de humidade de 68,54 a 74,28 %, sendo estes valores próximos aos do presente estudo.

**Tabela 9.** Características físico-químicas de iogurtes com adição de polpa de jambalau.

Parâmetros	F0	F1	F2	F3	F4
<b>Humidade<sup>1</sup></b>	72,57 ± 0,86 <sup>a</sup>	69,87 ± 0,15 <sup>b</sup>	72,35 ± 0,10 <sup>a</sup>	63,34 ± 0,15 <sup>c</sup>	66,79 ± 0,13 <sup>d</sup>
<b>Cinzas<sup>1</sup></b>	1,04 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,26 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,28 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,25 ± 0,02 <sup>b</sup>
<b>Lípidos<sup>1</sup></b>	3,69 ± 0,02 <sup>a</sup>	3,64 ± 0,01 <sup>a</sup>	3,67 ± 0,07 <sup>a</sup>	3,72 ± 0,04 <sup>a</sup>	3,75 ± 0,06 <sup>a</sup>
<b>Proteínas<sup>1</sup></b>	4,43 ± 0,03 <sup>a</sup>	4,75 ± 0,05 <sup>b</sup>	4,88 ± 0,08 <sup>bc</sup>	4,97 ± 0,05 <sup>c</sup>	4,65 ± 0,04 <sup>b</sup>
<b>Fibras<sup>1</sup></b>	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,33 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,42 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,46 ± 0,01 <sup>d</sup>	0,44 ± 0,02 <sup>cd</sup>
<b>Carboidratos<sup>1</sup></b>	18,26 ± 0,86 <sup>a</sup>	20,16 ± 0,12 <sup>b</sup>	17,45 ± 0,09 <sup>a</sup>	26,23 ± 0,20 <sup>c</sup>	23,13 ± 0,08 <sup>d</sup>
<b>Valor energético<sup>2</sup></b>	123,97 ± 3,3 <sup>a</sup>	132,35 ± 0,6 <sup>b</sup>	122,36 ± 0,8 <sup>a</sup>	158,25 ± 0,4 <sup>c</sup>	144,84 ± 0,6 <sup>d</sup>
<b>°Brix</b>	15,27 ± 0,61 <sup>a</sup>	16,11 ± 0,61 <sup>ab</sup>	17,31 ± 0,60 <sup>bc</sup>	18,03 ± 0,60 <sup>c</sup>	14,58 ± 0,63 <sup>a</sup>
<b>Vitamina C<sup>3</sup></b>	2,48 ± 0,02 <sup>a</sup>	7,22 ± 0,05 <sup>b</sup>	7,05 ± 0,07 <sup>c</sup>	7,05 ± 0,03 <sup>c</sup>	4,48 ± 0,01 <sup>d</sup>

1 – g/100 g; 2 – kcal/100 g; 3 – mg/100 g; **F0** – Iogurte controle (sem adição de polpa); **F1** – Iogurte de polpa de jambalau ; **F2** – Iogurte de polpa de jambalau desidratada osmoticamente; **F3** – Iogurte de polpa de jambalau desidratada osmoticamente e seca; **F4** – Iogurte de polpa jambalau seca. Médias com letras minúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de cinzas, visualizados na **Tabela 9**, permaneceram abaixo de 2%, não houve diferenças estatísticas entre as médias ( $p > 0,05$ ) das formulações F1, F2 , F3 e F4. Os iogurtes que utilizaram polpa de jambalau e polpa desidratada seca (F1e F3) apresentaram médias para as cinzas superiores em relação aos iogurtes elaborados com polpa desidratada osmoticamente e polpa desidratada osmoticamente e seca (F2 e F3). Esse efeito pode ser atribuído aos processos de secagem e evaporação, que concentra os componentes como minerais, das amostras. Os valores de cinzas encontrados nos iogurtes foram inferiores ao verificado por Atamian *et al.*, (2014) para diferentes iogurtes do tipo grego (com teor de 1,50 e 1,74%).

Quanto ao teor de lípidos ou gordura, não foi encontrada diferença significativa entre as formulações ( $p > 0,05$ ). Os valores de gordura obtidos ficaram entre 3,64 e 3,75%. De acordo com os regulamentos da *Codex alimentarius*, o iogurte devesse possuir teor de gordura inferior a 15%,

encontrado-se as formulações desenvolvidas dentro dos parâmetros exigidos (World Health Organization e Food and Agriculture Organization of the United, 2011). O nível de lípidos é importante para manter a espessura, textura, consistência e a sensação cremosa do iogurte e, portanto, um importante indicador dos atributos sensoriais do iogurte (Matos, 2020).

Valores superiores de lípidos foram reportados por Bezerra *et al.*, (2019), ao avaliarem iogurtes grego naturais (5,75 a 7,45 %) elaborados com diferentes concentrações de sacarose. Mas valores inferiores de lípidos foram relatados por Rodas *et al.*, (2001) cujo os valores foram 1,88 a 2,73% de lipídeos ao avaliarem as características físico-químicas e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes de frutas.

Em relação ao teor de proteína dos diferentes iogurtes variou de 4,43 a 4,97%, estando de acordo com os regulamentos do *Codex Alimentarius* que prescrevem que iogurte deverá possuir um teor de 2 a 15% de proteína (World Health Organization e Food and Agriculture Organization of the United, 2011). O maior teor de proteínas foi verificado no iogurte F3, que continha em sua formulação a polpa desidratada osmoticamente e seca, seguido do iogurte com polpa desidratada osmoticamente (F2). O aumento do teor de proteínas no iogurte, em relação as diferentes formulações, vai fornecer uma maior complexidade e força ao gel, melhorando as características de textura e a capacidade de reter soro, prevenindo desta forma a sinérese dos iogurtes (Atamian *et al.*, 2014). Os produtos desenvolvidos mostraram-se excelentes fontes de proteínas, entre elas caseína, albumina e globulina.

Houve aumentos significativos nos teores de Fibras totais ( $P < 0,05$ ) do iogurte com polpa de jambalau. Os iogurtes com a adição de polpa da fruta apresentaram maiores teores de fibras (F1 a F4) isto é teve valores na faixa de 0,33 a 0,46%, quando comparados com a formulação sem a polpa (F0) que foi de 0,01%. Confirmando que a adição de fruta no iogurte aumenta o teor de fibras, entretanto, todos os iogurtes são de baixo teor de fibra, pois os seus valores são menores que 1%. No entanto os valores de fibras que foram encontrados nesta pesquisa foram superiores aos reportados por Razul, 2019 que encontrou valores na faixa de 0,16 a 0,23% no desenvolvimento de formulações de iogurte com adição de malambe.

Observa-se que os maiores teores de carboidratos e valor energético ocorreram nos iogurtes (F3 e F4) diferindo estatisticamente das demais formulações ( $P < 0,05$ ). Indicando que adição da fruta seca teve uma maior influência nestes parâmetros. O teor de carboidratos dos diferentes iogurtes variou de 17,45 a 26,23%, valores estes considerados superiores em comparação com Medeiros *et al.*, (2011) que tiveram resultados que variaram entre 13,15 a 17,41% para iogurtes com adição de frutas.

Em termos de valores energéticos das formulações elaboradas, foram obtidos valores na faixa de 122,35 a 158,25 kcal, estes valores são considerados inferiores quando comparados com os de Macedo *et al.*, (2014) que obtiveram 282 kcal para iogurte integral de polpa de caju adoçado com mel. Porém estão acima dos teores verificados por Barbosa *et al.*, (2018) para iogurtes semidesnatado com adição de polpa de manga, 66,47 a 89,18 kcal. A adição de açúcares e de outras substâncias que aumentam o teor de sólidos solúveis contribui para o aumento do valor calórico dos alimentos.

Observa-se que os iogurtes adicionados da polpa *in nature* e da polpa desidratada osmoticamente apresentaram maiores teores de vitamina C em relação ao iogurte sem adição de polpa (F0), indicando que a polpa de jambalau aumentou o potencial nutricional e funcional dos iogurtes. O teor de vitamina C dos diferentes iogurtes variou de 2,48 a 7,22 mg/100g.

O ácido ascórbico tem uma elevada capacidade de estabilizar os radicais livres formados pela acção do oxigénio, que podem causar danos nas células. Devido a essa propriedade, desempenha um papel importante na preservação de nutrientes e no aumento da vida útil do produto (Passos, 2016).

Valores superiores de vitamina C foram encontrados por Sarmiento *et al.*, (2019) em iogurtes elaborados com leite de búfala e diferentes concentrações de polpa de camu-camu, observando valores de 242,2 e 317,73 mg/100 g. Sendo assim, os teores de vitamina C presente nos iogurtes, pode ter sido influenciado pela quantidade de vitamina C presente na polpa da fruta.

Os teores de sólidos solúveis totais, presente nas diferentes formulações dos iogurtes, apresentaram diferença significativa entre si ( $p < 0,05$ ), os maiores teores de sólidos solúveis foram dos iogurtes F2 e F3, indicando que provavelmente o pré-tratamento osmótico teve uma maior influência neste parâmetro. O teor de sólidos solúveis dos diferentes iogurtes variou de

14,58 a 18,03 °Brix, sendo estes valores perfeitamente ajustados ao produto. Leites fermentados possuem valores entre 9 e 25 °Brix. Os valores de sólidos solúveis podem variar em função do teor de açúcar adicionado ao produto, substâncias que contém sacarose na sua composição, bem como a quantidade de açúcar presente nas frutas que serão usadas para a elaboração dos diversos produtos.

## 6.5. Análise sensorial

Na **Tabela 10** encontram-se os valores médios referentes à análise sensorial realizada nos iogurtes com adição de polpa de jambalau, em relação aos atributos sensoriais: aparência, aroma, textura, sabor e impressão global e avaliação da intenção de compra.

**Tabela 10.** Parâmetros avaliados na análise sensorial dos iogurtes

Parâmetros	F0	F1	F2	F3
<b>Aparência</b>	6,90 ± 1,75 <sup>a</sup>	6,29 ± 1,96 <sup>a</sup>	6,45 ± 2,12 <sup>a</sup>	5,67 ± 2,07 <sup>b</sup>
<b>Aroma</b>	6,69 ± 1,84 <sup>a</sup>	6,52 ± 1,85 <sup>a</sup>	6,83 ± 1,82 <sup>a</sup>	6,17 ± 1,77 <sup>a</sup>
<b>Textura</b>	6,59 ± 1,72 <sup>a</sup>	6,24 ± 1,77 <sup>a</sup>	6,88 ± 1,62 <sup>a</sup>	5,24 ± 2,31 <sup>b</sup>
<b>Sabor</b>	6,88 ± 1,88 <sup>a</sup>	6,07 ± 2,22 <sup>ab</sup>	6,95 ± 2,14 <sup>a</sup>	5,52 ± 2,31 <sup>b</sup>
<b>Avaliação global</b>	7,02 ± 1,56 <sup>a</sup>	6,59 ± 1,62 <sup>ab</sup>	7,17 ± 1,48 <sup>a</sup>	5,86 ± 1,87 <sup>b</sup>
<b>Intenção de compra</b>	4,33 ± 0,87 <sup>a</sup>	3,59 ± 1,16 <sup>b</sup>	3,97 ± 1,15 <sup>ab</sup>	2,84 ± 1,46 <sup>c</sup>

**F0** – Iogurte controle (sem adição de polpa); **F1** – Iogurte de polpa fresca de jambalau; **F2** – Iogurte de polpa de jambalau desidratada osmoticamente; **F3** – Iogurte de polpa de jambalau desidratada osmoticamente e seca. Médias com letras minúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) para os atributos avaliados entre os iogurtes o que mostra que a adição de polpa de *syzygium cumini*, com pré-tratamento osmótico, sem pré-tratamento osmótico e polpa seca aos iogurtes influenciou na avaliação dos julgadores.

A aparência dos alimentos é determinante para a aceitação ou rejeição de um produto, visto que a primeira impressão que se tem de um alimento é visual, sendo que a cor, homogeneidade do produto e brilho são aspectos fundamentais na qualidade e aceitação do produto. A aparência dos diferentes iogurtes encontrou-se entre 5 (não gostei, nem desgostei) e 7 (gostei moderadamente).

Este resultado sugere que a polpa de jambalau adiciona ao iogurte características diferentes, nomeadamente, cor, brilho e aspecto, adicionando, particularidades do próprio produto, assim, constatou-se que este atributo agradou os participantes.

Observa-se que para o atributo aroma dos iogurtes F0 a F3 não houve diferenças estatísticas entre as médias das formulações ( $p > 0,05$ ), assim segundo os julgadores para esse atributo a amostra (F2) iogurte com adição de polpa de jambalau desidratada osmoticamente teve o melhor aroma em comparação com as demais formulações desenvolvidas. Assim, constatou-se que este atributo agradou aos participantes, e que o odor característico dos produtos fermentados e a adição de polpa de jambalau não foi critério de rejeição do produto.

A textura é um atributo sensorial extremamente importante em iogurtes, por ser perceptível pelos sentidos humanos, neste atributo as amostras F0, F1 e F2 não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre si, mas diferiram da formulação F3. As texturas das quatro formulações foram avaliadas com notas médias entre 5 (Não gostei/ Nem desgostei) e 7 (gostei moderadamente).

O iogurte com adição de polpa desidratada osmoticamente e seca tende a apresentar elevada textura, que pode estar associada a capacidade de absorção de água das frutas secas, consequentemente irá afectar a textura e a viscosidade do produto final. Sendo um factor que precisa ser melhorado para que se possa aumentar o nível de aceitação do produto.

A melhoria nesse atributo pode ser realizada com modificações nas propriedades do leite, percentagem de leite em pó usado na fabricação de iogurte, optimização do processo de secagem das frutas para incorporação no iogurte e melhorias nas condições de processamento podem garantir a textura adequada dos iogurtes.

O sabor dos iogurtes desenvolvidos foi uma novidade para os julgadores. O sabor é o atributo mais importante, sendo um factor determinante para a aceitação, na avaliação dos consumidores em relação a um produto. Na avaliação do sabor, a amostra F3 diferiu significativamente das formulações F0 e F2, e entre estas não houve diferença estatística.

Para o atributo sabor verificou-se que o iogurte com adição de polpa de jambalau desidratada osmoticamente (F2) obteve maior apreciação, seguido das amostras F0 e F1. Assim segundo os julgadores a amostra F2 teve o melhor sabor em entre os iogurtes, resultados já esperados uma vez que o pré-tratamento osmótico proporciona melhoria na textura do produto, conservação do conteúdo nutricional do alimento, e melhoria na solubilidade do alimento.

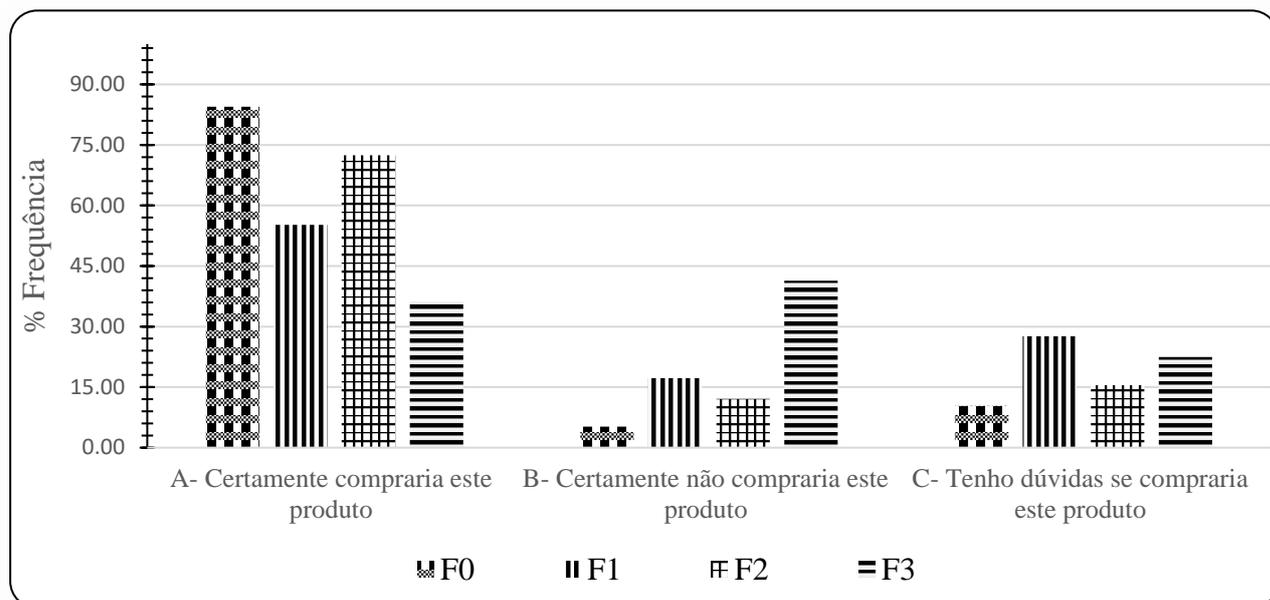
O sabor dos diferentes iogurtes encontrou-se entre 5 (não gostei, nem desgostei) e 7 (gostei moderadamente), apresentando desse modo uma boa aceitação sensorial, com notas superiores ou iguais a cinco.

A impressão global tem como objectivo avaliar a combinação de todos os atributos que contribuem com a qualidade sensorial de um alimento, sendo observada uma média que variou entre 5 (não gostei, nem desgostei) e 7 (gostei moderadamente) nesse estudo.

Diante dos resultados obtidos, pode-se perceber uma preferência dos consumidores em relação a formulação (F3) iogurte com adição de polpa desidratada osmoticamente. Portanto, isso mostra a viabilidade de se fazer o pré-tratamento osmótico no processamento do jambalau, uma vez que o pré-tratamento osmótico forneceu uma consistência, aparência, sabor e textura melhor ao iogurte com adição da polpa desidratada osmoticamente.

A intenção de compra avalia a intenção dos julgadores em adquirir o produto que está sendo avaliado, caso o mesmo estivesse disponível no Mercado. A **Figura 12** ilustra os resultados para a intenção de compra das amostras de iogurte.

Os dados de intenção de compra revelaram que dentre as formulações, a que recebeu menor nota foi a F3, com 41% dos provadores escolhendo a opção “certamente não compraria”, sendo que 22% dos provadores ficaram com dúvidas se compraria esse produto se estivesse disponível no mercado.



**Figura 12.** Histograma de frequência para intenção de compra.

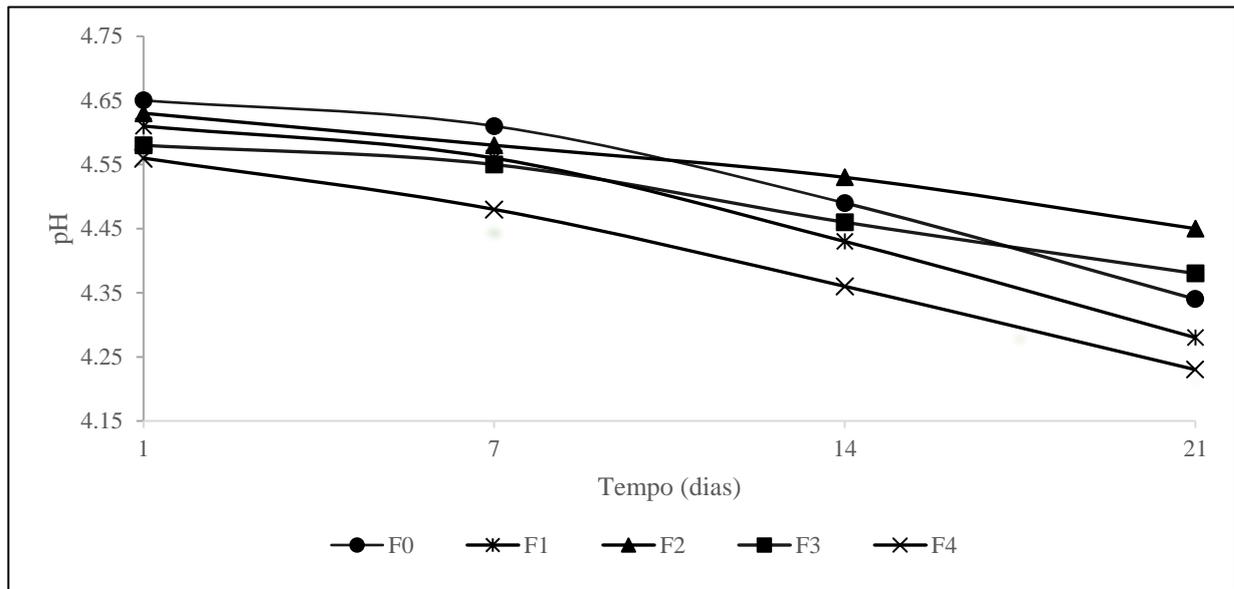
**F0** – Iogurte controle (sem adição de polpa); **F1** – Iogurte de polpa fresca de jambalau; **F2** – Iogurte de polpa jambalau desidratada osmoticamente; **F3** – Iogurte de polpa jambalau desidratada osmoticamente e seca.

A maior parte dos provadores teve preferência pelas formulações F0, F1 e F2, mais de 50% dos provadores afirmaram que “certamente compraria”. Sendo as amostras F0 e F2 as que obtiveram o maior percentual de intenção de compra, isto é, 84 % dos julgadores certamente compraria amostra F0 e 72% dos julgadores certamente compraria amostra F2.

A indecisão dos consumidores quanto aos iogurtes produzidos com adição de jambalau F1 a F3, pode ter ocorrido devido a não familiarização dos consumidores com produtos fermentados com incorporação de jambalau. Como a F2 (iogurte com adição de polpa de jambalau desidratada osmoticamente) apresentou intenção de compra próximo do iogurte controle F0 (iogurte sem adição de fruta), pode-se afirmar que existe um potencial de inserção dos iogurtes elaborados com a adição de jambalau no mercado.

## 6.6. Valores de pH e acidez durante o período de armazenamento

As **Figuras 13** e 14 apresentam a evolução do valor de pH e acidez dos iogurtes elaborados com adição de jambalau, durante o tempo de armazenamento de 21 dias sob refrigeração a temperatura de 5°C.



**Figura 13.** Variação de pH durante o tempo de armazenamento dos iogurtes.

**F0** – Iogurte controle (sem adição de polpa); **F1** – Iogurte de polpa fresca de jambalau; **F2** – Iogurte de polpa de jambalau desidratada osmoticamente; **F3** – Iogurte de polpa de jambalau desidratada osmoticamente e seca; **F4** – Iogurte de polpa de jambalau seca.

A **Figura 13** permite observar que durante o período de armazenamento dos iogurtes, houve um decréscimo do valor de pH ao longo dos 21 dias de conservação, a contínua produção de ácidos pelas bactérias lácticas da cultura adicionada, que mesmo a baixas temperaturas não tem o seu crescimento completamente inibido.

No primeiro dia de análise os valores de pH para as amostras de iogurtes (F0, F1, F2, F3 e F4) foram 4,65; 4,61; 4,63; 4,58; 4,56, respectivamente, reduzindo ligeiramente até alcançar a faixa de valores de 4,34; 4,28; 4,45; 4,38; 4,23 no 21º dia. A redução do valor de pH foi de 6,67% para amostra F0, 7,16% para amostra F1, 3,89% para amostra F2, 4,37 para amostra F3 e 7,24% para amostra F4.

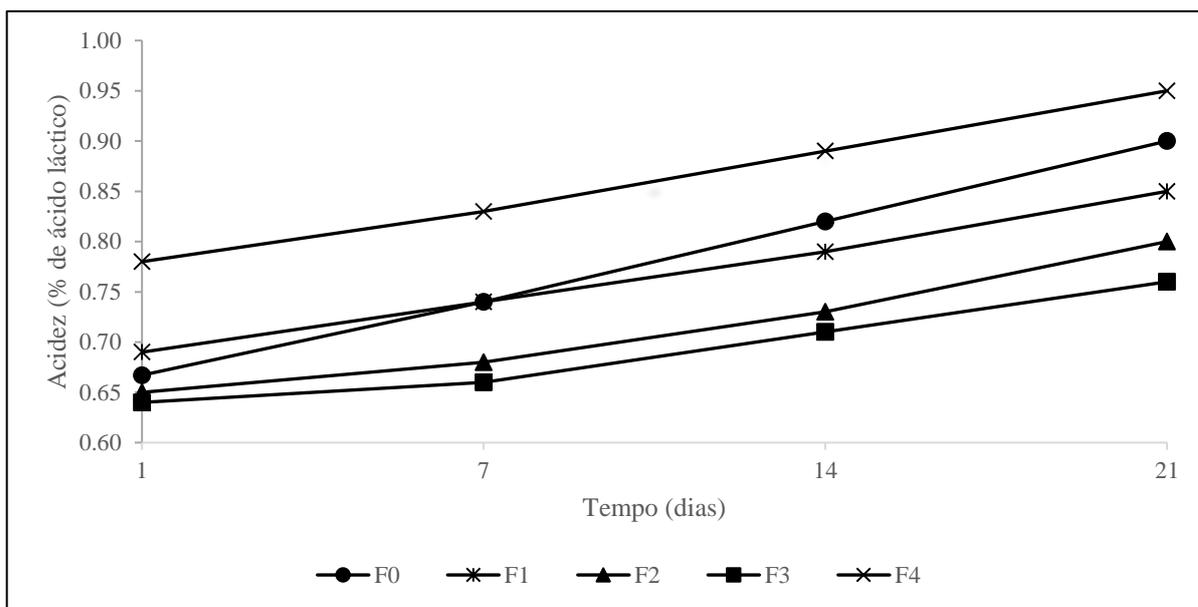
Em seu trabalho, Bortoluzzi *et al.*, (2014) observaram a redução nos valores de pH para amostras de iogurte de 4,49 até 3,59 no final do armazenamento por 32 dias. Farias *et al.*, (2016) também verificaram que houve um decréscimo do valor de pH ao longo do armazenamento refrigerado dos iogurtes, com variações iniciais na faixa de 4,03- 4,38 e variações finais na faixa de 3,88- 4,10, respectivamente. Fernandes *et al.*, (2013) afirma que valores de pH entre 3,7 e 4,6 são normalmente encontrados em iogurtes.

No entanto valores ideais devem estar entre 4,0 e 4,4, pois nesta faixa de pH o produto não é excessivamente ácido ou amargo, nem apresenta tantos defeitos a nível organoléptico.

Analisando a diferença de pH após 21 dias verifica-se uma ligeira diminuição abaixo dos 7% em todas formulações, o facto desta diferença ser reduzida indica que o produto não perdeu qualidade ao longo do armazenamento, nem sofreu alterações significativas. Entretanto os iogurtes elaborados com adição de polpa desidratada osmoticamente (F2 e F3) apresentaram menor variação do pH em comparação com as amostras que não sofreram o pré-tratamento osmótico (F1 e F4), bem como a formulação sem adição de polpa da fruta.

Desta forma os iogurtes (F2 e F3) possuíam maior resistência a redução do pH, possivelmente devido a um teor de sólidos mais elevado e o maior teor de proteínas que essas amostras contém em sua composição o que proporcionou um sistema tampão as mudanças de pH.

Pode-se observar na **Figura 14** que durante o período de armazenamento de 21 dias, houve um aumento da acidez para as amostras de iogurtes. No primeiro dia de análise os valores de acidez para as amostras de iogurtes (F0, F1, F2, F3 e F4) foram 0,67; 0,69; 0,65; 0,64 e 0,78%, aumentado gradativamente ate alcançar 0,90; 0,85; 0,80; 0,76 e 0,95% de ácido láctico no 21º dia. O aumento da acidez foi de 34,92% para amostra F0, 23,19% para amostra F1, 23,08% para amostra F2, 18,75% para amostra F3 e 21,79% para amostra F4.



**Figura 14.** Variação da acidez durante o tempo de armazenamento dos iogurtes.

**F0** – Iogurte controle (sem adição de polpa); **F1** – Iogurte de polpa de jambalau; **F2** – Iogurte de polpa de jambalau desidratada osmoticamente; **F3** – Iogurte de polpa de jambalau desidratada osmoticamente e seca; **F4** – Iogurte de polpa de jambalau seca.

Humphrey e Plunkett (1969), afirmam que a acidez inicial deve ser de 1,0 a 1,25% enquanto para Ginslov (1970) a acidez deve ser menor que 1,2%. Segundo Brandão (1995) imediatamente após produção, o iogurte deve apresentar uma acidez de 0,9 a 1,0% de ácido láctico. Souza (1991) afirma que acidez entre 0,7 e 1,25% são comuns, sendo ideal a faixa de acidez entre 0,7 a 0,9% de ácido láctico.

Portanto, o tempo de vida de prateleira do iogurte pode ser estendido para 30 dias devido as características físico-químicas satisfatórias (pH entre 4,0 e 4,4), e (acidez entre 0,7 a 1,25% de ácido láctico) considerados valores ideais de pH e acidez para iogurtes, visto que nessas condições o crescimento microbiano de fungos e bactérias patogênicas é inibido. O aumento da vida útil do produto elaborado pode ser solucionado com a adição de um conservante alimentar, uma vez que, no iogurte proposto não houve a adição de conservante alimentar.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 7.1. Conclusões

- Os frutos de jambalau apresentaram rendimento médio de polpa na ordem de 75,86%, mostrando-se ideal para o processamento na forma *in nature* ou processada em diferentes produtos alimentares, visto que além de ser fonte de nutrientes essenciais para dietas, esta é rica em compostos bioactivos que proporcionam diversos efeitos benéficos para a saúde do consumidor.
- Os resultados obtidos indicam que o pré-tratamento osmótico da polpa de jambalau, mostrou-se mais eficiente para manter a qualidade da polpa e do iogurte, assim sendo seria uma alternativa viável para a elaboração de iogurtes com sabor de jambalau.
- Na avaliação sensorial todos os iogurtes submetidos ao teste sensorial tiveram notas iguais ou superiores a cinco, mostrando que os iogurtes enriquecidos com polpa de jambalau tiveram uma boa aceitação, com destaque para as formulações de iogurte F1 e F2, que foram elaborados com adição de polpa de jambalau *in nature* e polpa de jambalau desidratada osmoticamente, revelando que a polpa de jambalau possui potencial para a utilização na elaboração de iogurtes com adição de frutas.
- As formulações de iogurte com adição de polpa de jambalau desidratada osmoticamente e polpa de jambalau desidratada osmoticamente e seca (F2 e F3), apresentaram valores de pH superiores e produtos menos ácidos, ao longo do armazenamento refrigerado, demonstrando a importância de realização do pré-tratamento osmótico no processamento dos frutos de jambalau para a preparação do iogurte, o que resultou na estabilidade das formulações ao longo do tempo de vida útil que foi estabelecido em 30 dias.

### 7.2. Recomendações

- Realizar o estudo com maiores proporções de polpa de jambalau;
- Realizar análise para a determinação dos compostos bioactivos e actividade antioxidante da polpa e do iogurte;
- Realizar análises microbiológicas do iogurte ao longo da vida útil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alberton, J. R.; Ribeiro, A.; Sacramento, L.V.S.; Franco, S.L. (2001). **Caracterização Farmacognóstica do jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels)**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 11, p. 37-50;

Araújo, A.L.M.D. (2014). **Polpa de Jambolão (*syzygium cumini*) Desidratada Por Liofilização e Secagem em Leito de Jorro: Caracterização Físico-Química e Funcional e Impacto da Secagem**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal;

Associação Portuguesa dos Nutricionistas (2013). **O iogurte: para saber mais**. Lisboa;

Association OF Official Analytical Chemists (2000). **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists- international** 17<sup>th</sup> edition, Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical communities;

Atamian, S.; Olabi, A.; Baghdadi, O.K.; Toufeili, I. (2014). **The characterization of the physicochemical and sensory properties of full-fat, reduced-fat and low-fat bovine, caprine, and ovine Greek yogurt (Labneh)**. Food Science and Nutrition, v. 2, n. 2, p. 164-173;

Barbosa, M. S.; Gonçalves, G. F. L.; Lima, L. K. de.; Oliveira, S. C. P. L.; Neto, J. F. (2018). **Iogurte com redução calórica enriquecido de aveia com sabor de polpa de manga Tommy Atkins congelada**. Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, n. 43, p. 23-31;

Barcia, M. T. (2009). **Composição centesimal e de fitoquímicos em Jambolão (*Syzygium cumini*)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas;

Barcia, M. T.; Pertuzatti, P. B.; Jacques, A. C.; Godoy, H. T.; Zambiarri, R. (2012). **Bioactive compounds, antioxidant activity and percent composition of jambolão fruits (*Syzygium cumini*)**. The Natural Products Journal, Saif Zone, v. 2, n.2, p. 129-138;

Batista, A. G.; Oliveira, B. D.; Oliveira, M. A., Guedes, T. J.; Silva, D. F., Pinto, N. A. V. D. (2013). **Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas: uma abordagem para produção do agronegócio familiar no Alto Vale do Jequitinhonha**. Tecnologia e Ciência Agropecuária;

Bezerra, K. C. A.; Oliveira, E. N. A.; Feitosa, B. F.; Feitosa, R. M.; Matias, J. K. S. (2019) **Perfil físico-químico e sensorial de iogurtes grego naturais elaborados com diferentes concentrações de sacarose**. Revista Engenharia na Agricultura, v. 27, n. 2, p. 89-97;

Bezerra, M. F. (2015). **Polpa de jambolão (*Eugenia jambolana Lam.*) fresca e desidratada: características físico-químicas, bioativas e funcionais, efeitos biológicos em *Caenorhabditis elegans* e uso para produção de frozen yogurt caprino probiótico.** Tese de Doutorado em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal;

Bortoluzzi, M.; Nunes, C.R.Z.; Silva, M.L.; Kalschne, D.L.; Mendonça, S.N.T.G.; Brandão, W.A.P.L.N.T.M. (2014). **Caracterização microbiológica, físico-química e sensorial de iogurtes comerciais com polpa de ameixa.** Revista Brasileira de Pesquisa em alimentos, v. 5, p. 9–18;

Brandão S.C.C. (1995). **Tecnologia da produção industrial de iogurte.** Leites e Derivados. v.4 n.25 p24-38;

Brenna.O.V.; Pagliarini,E. (2001). **Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 49, p. 4841-4844;

Brito, B. N. C.; Da Silva Pena, R.; Santos Lopes, A.; Campos Chisté, R. (2017). **Anthocyanins of jambolão (*Syzygium cumini*): extraction and pH-dependent color changes: Anthocyanins of (*Syzygium cumini*).** Journal of Food Science, v. 82, n. 10, p. 2286–2290;

Bueno, G. H.; Guedes, M. N. S.; Souza, A. G.; Madeira, A. P. C.; Garcia, E. M.; Taroco, H. A.; Melo, J. O. F. (2017). **Caracterização física e físico-Química de frutos de *Eugenia Dysenterica* De Originados em região de clima tropical De altitude.** Revista Brasileira De Biometria, v. 35, n. 3, p. 515–522;

Celestino, S.M.C. (2010). **Princípios de Secagem de Alimentos.** Planaltina. Embrapa cerrados;

Chandan, R. (2006). **Manufacturing yogurt and fermented milks.** Ames: Blackwell Publishing Professional;

Chisté, R.; Cohen, C.; Mathias K. O. E. A.; Ramos Júnior, A. G. A. (2006). **Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, 26 (4), 861-864;

Chitarra, A. B., Chitarra, M. I. F. (2005). **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio,** 2nd Edn. Lavras, MG: UFLA;

Córdova, K. R. (2006). **Desidratação Osmótica e Secagem Convectiva da Maça Fuji Comercial e Industrial.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba;

Costa, M.C.V.V. (2017). **Citotoxicidade, propriedades antioxidantes e avaliação da atividade Antimicrobiana do extrato de (*syzygium cumini* (L.) skeels) após irradiação Gama.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife;

Cruz, S.H. (2019). **Desenvolvimento e caracterização de snacks á base de iogurtes com polpa de morango obtidos por cast-tape drying.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopolis;

Dias, B.F. (2017). **Utilização do jambolão (*syzygium cumini*) e da palha de milho roxo (*zea mayz* L) no desenvolvimento de novos produtos.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia;

Dos Santos,W.O. (2015). **Extracção de compostos bioactivos da polpa de jambolão (*syzygium cumini lamark*) com CO<sub>2</sub> supercrítico.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, belém;

FAO; WHO (2011). World Health Organization e Food and Agriculture Organization of the United Codex standard for fermented milks (CODEX STAN 243-2003). Milk and milk products. Rome : FAO and WHO;

Farias, P. K. S.; Nogueira, G. A. B.; Santos, S. G. A.; Prates, R. P.; Silva, J. C. R. L.; Souza, C. N. (2016). **Contagem de bactérias lácticas em iogurtes.** *Cad. Ciênc. Agrá.*, v. 8, n.3, p. 38-44;

Fellows, P. J. (2006). **Tecnologia do processamento de alimentos.** Editora Artmed;

Fernandes, E. N.; Abreu, C. C.; Castro Oliveira, I.; Rasmini, J. P. Á.; Cunha, A. F. (2013). **Qualidade físico-química de iogurtes comercializados em Viçosa (MG).** *Viçosa*, v. 5, n.1, p.519-524;

Ferraz, Y. T.; Reis, A. T. S.; Souza, N. da S.; Almeida, G. M. de; Okumura, R. S. (2014). **Influência biométrica Sobre o rendimento da polpa do jambolão (*Syzygium Jambolanum Dc.*) em capitão poço/Pa.** *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, n.19;

Figueiredo, T.A.R.D. (2020). **Caracterização nutricional e de compostos bioativos do Jambolão (*Syzygium cumini*, *L. Skeels*).** Dissertação de Mestrado. Instituto de Saúde e Sociedade. Universidade Federal do são Paulo, santos;

Ginslov,B.O. (1970). **Modern tends in yogurt manufacture in South African.***Journal of Dairy Technology*,v.2,p.70-83;

Halliwell, B. (2007). **Biochemistry of oxidative stress.** *Biochemical Society Transactions*, v. 35, p. 1147-1150;

Halliwell, B.; Gutteridge. (2007). **Free radicals in biology and medicine**. 4.ed. Nova York: oxford University press;

Halliwell, B; Gutteridge, j. M. C. (1990). **Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview**. Methods in Enzymology, v. 186, p. 1-85;

Hossain, N. (2015). **Development of Improved Quality Yogurt in terms of Texture, Flavour, Food Value and Low Cost**. Brac University, Dhaka, Bangladesh;

Hui, Y. H., Chandan, R.C., Clark, S., Cross, N., Dobbs, j., Hurst, W.J., Nollet, L. M.L., Shimoni, E., Sinha, N., Smith, E.B., Surapat, S., Titchenal, A., & Toldr, F. ( 2007). **Handbook of Food Products Manufacturing** – john wiley & sons, ins ., Hoboken, New jersey, 1 – 2237;

Humphreys,C.L.;Plunkett,M. (1969). **Yourt: a revie of its manufacture**. Dairy science abstract.v2. n.31. p.607-622;

Instituto Adolfo Lutz. (2008). **Métodos físico- químicos para análise de alimentos-** Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet & Paulo Tiglea; IV Edição, 1<sup>a</sup> Edição digital; São Paulo;

Lago, E.S.; Gomes, E.; Silva, R. (2006). **Produção de geléia de jambolão (Syzygium cumini Lamarck): Processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 26, p. 847-852;

Lee, W. J., Lucey, J. A. (2010). **Formation and physical properties of yogurt**. Asian Australasian journal of food science and technology, v. 23, n.09, 1127 – 1136;

Li, S.; Jiang, C.; Chen, X.; Wang, H.; Lin, Jing, L. (2014). **Lactobacillus casei immobilized onto montmorillonite: survivabilty in simulated gastrointestinal conditions, refrigeration and yogurt**. Food research international, v.64, p.822-830;

Lima, E.D.P.A.; Lima, C.A.A.; Aldrigues, M.L.; Gondim, P.J.S. (2002). **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. Cruz das Almas, v.24, p. 338-343;

Lima, R.M.P. (2012). **Desidratação osmótica de melão (Cucumis melo L.) em soluções de sacarose e sorbitol**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ;

Macedo, M. A.; Menezes, C. C.; Portela, J. V. F.; Arcanjo, S. R. S.; Moura, M. R.; Oliveira, A. M. C. (2014). **Efeito da adição de polpa de caju sobre as qualidades sensoriais de iogurte integral adoçado com mel de abelha.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 69, n. 1, p. 7 – 16;

Martim, N.S.P. P.; Waszczynskyj, N.; Masson, M.L. (2007). **Calculation of the variables in dehydration osmotic of the mangoes cv. Tommy Atkins.** Ciênc. agrotec. Lavras, v. 31, n. 6, p. 1755-1759;

Matos, J.D.A.P. (2020). **Liofilização e secagem em camada de espuma da polpa mista de jambolão e acerola e elaboração de iogurte concentrado.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande;

Medeiros, T. C. Mouro, A.; Araújo, K.; Alquiro, L. (2011). **elaboração de iogurte de jaca: avaliação físico-química, microbiológica e sensorial.** scientia plena, Vol. 7;

Melo, P.S.; Bergamaschi, K.B.; Tiverson, A.P.; Massarioli, A.P.; Oldoni, T.L.C.; Zanús, M.C.; Pereira, G.E.; Alencar, S.M. (2011). **Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais.** Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n 6, p.1008-1093;

Melo, F.O. (2022). **Caracterização Biométrica do Fruto e Avaliação dos Efeitos do Encapsulamento na Estabilidade e Bioacessibilidade in-vitro de extratos Antociânicos do Jambalau (*Syzygium cumini* L. Skeels).** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão;

Mundim, S.A.P. (2008). **Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com insulina.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro;

Mussi, L. P.; Guimarães, A. O.; Ferreira, K. S.; Pereira, N. R. (2015). **Spouted bed drying of jambolão (*Syzygium cumini*) residue: Drying kinetics and effect on the antioxidant activity, anthocyanins and nutrients contents.** LWT - Food Science and Technology, v. 61, p. 80-88;

Neves, B. S. S. (2017). **Casca do jambalão: caracterização, Planejamento e desenvolvimento de embalagens biodegradáveis ativas.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal De Sergipe, São Cristóvão;

Park, K. J.; Yado, M. K. M.; Brod, F. P. R. (2001). **Estudo de secagem de pêra Bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288- 292;

Passos, F.D.M. (2016). **Valorização de frutos de (*Adansonia digitata* L) polpa e sementes**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, Lisboa;

Pereira, R. J.; Cardoso, M.G.; Vilas Boas, E. V. B. Pereira, R. J. (2015). **Aspectos de qualidade e composição centesimal dos frutos de *syzygium cumini* (L.) Skeels e *syzygium paniculatum* gaertn.** Rev. Cereus, v. 7, n. 1, p.60-74;

Razul, I.M.E. (2019). **Produção de iogurte enriquecido com polpa de malambe (*Adansonia Digitata*)** – Universidade Eduardo Mondlane, Maputo;

Robert, N.F. (2008). **Fabricação de iogurte**. Dossiê Técnico. Rede de tecnologia do Rio de Janeiro;

Rodas, M.; Rofrigues, R.; Sakuno, H. (2001). **Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com frutas**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Vol. 21;

Rodrigues, R.C (2013). **Estudo da Cinética de Desidratação Osmótica de abacaxi e utilização da Solução Residual para Produção de Bioinseticida**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ;

Rufino, M.S.M.; Alves, R.E.; Fernandes, F.A.N.; Brito, E.S. (2011). **Free radical scavenging behavior of tem oxotic tropical fruits extracts**. Food Research International, v.44, p.2077-2075;

SÁ, A. P. C. S. (2008). **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini* L. Skeels)**. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 45, n. 1;

Sah, A. K.; Verma, V. K. (2011). **Syzygium cumini: An overview**. Chem. Pharm. Res. 2011, v.3, n. 3, p. 108–113;

Santos, A.E.D. (2017). **Extracção de compostos bioactivos do jambolão (*syzygium cumini* (L.) Skeels) a baixas pressões e livre de solvente orgânico**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis;

Santos, A.M.F.P.S. (2018). **Estudo da produção de um iogurte de mistura**. Dissertação de mestrado em Tecnologia de Alimentos. Instituto Politécnico de Santarém, Santarém;

Santos, C.A.F. (2011). **Desenvolvimento de um Novo Produto: “Fruta com iogurte”**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Alimentar. Lisboa;

Santos, W.O.D. (2015). **Extração de Compostos Bioativos da Polpa de Jambalau (*Syzygium cumini*) com CO<sub>2</sub> Supercrítico**. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Para, Belém;

Sarmiento, R. C.; Pinto, M. R. M.; Craveiro, R. S.; Freitas, E. P. B. de.; Junior, E. N. M.; Mota, R. V. (2019). **Estabilidade do ácido ascórbico em iogurte de leite de búfala adicionado de diferentes concentrações de polpa de camu-camu (*Myrciaria dubia*)**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 74, n. 3, p. 149-158;

Sfakianakis, P & Tzia, C. (2014). **Conventional and Innovative Processing of Milk for Yogurt Manufacture. Development of Texture and Flavor: A Review** Journal Foods.176 – 193;

Silva, M. C. B.; Moreira, F. J. C.; Tavares, M. K. N.; Silva, K. F. (2016). **Biometria de Frutos e Sementes, Análise Química e Rendimento de Polpa de Araçá Amarelo (*Psidium cattleianum* Sabine)**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 18, n. 3, p. 313– 323;

Smith, D.K. (2015). **yogurt made simple** – Washington state Univerty extension youth and family's program, p. 1 – 7;

Soares, J. C. (2015). **Compostos bioativos e valor nutricional de polpa de jambolão. In: Aproveitamento Alimentar de jambolão**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia;

Souza, G. (1991). **Fatores de qualidade de iogurte**. Coletânea do ITAL, v.21, n.1, p. 20-7;

Souza, N.M. A. (2002). Desidratação osmótica de manga Coité com e sem utilização de vácuo com complemento de secagem em estufa. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza;

Steiner, F.; Zuffo, A. M.; Zoz, T. (2017). **Physical characterization of fruits and seeds of jambolan [*Syzygium cumini* (L.) Skeels] (Myrtaceae)**. Acta Iguazu, Cascavel, v. 6, n. 3, p. 79 – 90;

Taco. (2011), Tabela Brasileira de Composição de alimentos. Unicamp, São Paulo;

Tamime, A.Y e Deeth, H.C. (1980). **Yogurt: technology and biochemistry**. Journal of food protection, vol. 43, No. 12. P. 939 – 977;

Weerathilake, W., Rasika, D., Ruwanmali, J., & Munasinghe, M. (2014). **The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt**. International Journal of Scientific and Research Publications, (4), p. 1 – 10.

**Lista de sites:**

<http://br.freepik.com/ fotos-vetores-gratis/fruta-iogurte/2> (Data de acesso: 15/11/2022);

<http://nectarfreshonline.com/index.php/honey-blister-15g.html> (Data de acesso: 11/11/2022);

<http://paraibacultural.com.br/jamelao-beneficios> (Data de acesso: 15/11/2022);

<http://www.cachorroverde.com.br/iogurte-caseiro/> (Data de acesso: 15/11/2022);

<http://www.thehealthsite.com/diseases-conditions/health-benefits-of-jamun-seeds-you-need-to-know-about-b0617/> (Data de acesso: 11/11/2022);

[https://www.amazon.in/Nourish-Vitals-Jamun-Vinegar-Bottles/dp/B01MZYORV6/258-1416765-158454?\\_encoding=UTF8&%2AVersion%2A=1&%2Aentries%2A=0&portal-device-attributes=desktop](https://www.amazon.in/Nourish-Vitals-Jamun-Vinegar-Bottles/dp/B01MZYORV6/258-1416765-158454?_encoding=UTF8&%2AVersion%2A=1&%2Aentries%2A=0&portal-device-attributes=desktop) (Data de acesso: 11/11/2022);

<https://www.bengalbox.com/Sugarless-Bliss-Jam-with-Fibre-Kala-Jamun-300g> (Data de acesso: 11/11/2022);

# APÊNDICES

## A1.Apêndice A – Caracterização física e química do jambalau

*Tabela A1- 1: Caracterização biométrica do fruto de jambalau*

N	Fruto			Semente			R (%)
	DV (mm)	DH (mm)	PF (g)	PS (g)	DV (mm)	DH (mm)	
1	33,47	19,05	7,8305	1,8809	18,71	10,6	75,98
2	30,7	18,51	6,089	1,7349	20,59	9,73	71,51
3	26,9	20,52	6,8869	1,3875	17,75	10,6	79,85
4	26,5	17,3	4,9463	1,135	16,58	9,36	77,05
5	28,24	17,52	5,2989	1,2686	19,18	9,91	76,06
6	26,98	18,82	6,2612	1,2442	18,24	10,1	80,13
7	29,11	18,68	6,0592	1,6697	20,67	9,92	72,44
8	27,62	18,44	5,92	1,0926	16,88	8,74	81,54
9	27,15	17,89	5,4225	1,6623	20,27	10,34	69,34
10	29,86	18,18	6,7743	1,7355	22,19	9,4	74,34
<b>MÉDIA</b>	28,65	18,49	6,15	1,48	19,11	9,87	75,83
<b>DESVIO</b>	2,19	0,91	0,85	0,29	1,81	0,59	3,99

PF= Peso do Fruto; DV= Diâmetro Vertical; DH= Diâmetro Horizontal;  
PS= Peso da Semente; R= Rendimento

*Tabela A1- 2: Determinação da humidade do fruto in nature*

N	Massa (g)	C.V (g)	M.E (g)	Ms (g)	Humidade (%)	Média	Desvio
1	2,0785	38,6427	39,133	0,4903	85,131611	84,98	0,31
2	2,058	38,3812	38,9453	0,5641	85,187228		
3	2,0684	39,4064	39,9255	0,5191	84,632919		

C.V= Candinho vazio; M.E= Massa depois da estufa; Ms= massa seca

*Tabela A1- 3: Determinação do teor de cinzas do fruto in nature*

N	Massa (g)	CV (g)	M.E (g)	Ms (g)	Cinzas (%)	Média	Desvio
1	2,0684	24,8955	24,9027	0,0072	0,34810	0,39	0,04
2	2,073	28,0696	28,0781	0,0085	0,41003		
3	2,0631	29,2109	29,2194	0,0085	0,41200		

**Tabela A1- 4: Determinação do teor de Proteína**

N	Massa (g)	V.A (ml)	V.B (ml)	Teor N2	Proteína (%)	Média	Desvio
1	1,0642	2,3	0,1	0,2894	1,8089	1,83	0,04
2	1,0755	2,4	0,1	0,2994	1,8712		
3	1,0646	2,3	0,1	0,2893	1,8082		
V.A= volume de (HCL); V.B= Volume do branco							

**Tabela A1- 5: Determinação do teor de Gordura**

N	Massa (g)	M.B	M.B.G	Gordura (%)	Média	Desvio
1	5,0683	115,779	115,807	0,56035	0,57	0,02
2	5,0411	162,529	162,556	0,54552		
3	5,0748	115,779	115,809	0,59116		
M.B= Massa do balão vazio; M.B.G= Massa do balão com gordura						

**Tabela A1- 6: Determinação do teor de Fibras**

N	Massa (g)	C.V (g)	C.A.E (g)	C.A.M (g)	Fibras (%)	Média	Desvio
1	1,5621	44,8435	44,8913	44,8806	0,6850	0,67	0,03
2	1,5672	27,4205	27,4631	27,4523	0,6891		
3	1,5696	27,4205	27,4629	27,4528	0,6435		
C.V=Candinho vazio; C.A.E= Candinho após a estufa; C.A.M= Candinho após a mufla							

**Tabela A1- 7: Resultados dos ensaios de determinação do teor de Sólidos solúveis, teor de Carbohidratos, Valor energético, Razão de sólidos solúveis e acidez, actividade da água e PH**

N	SST(°Brix)	CT (%)	V.E (kcal)	PH	a <sub>w</sub>	Brix/acidez
1	14,5	11,466	58,143	3,810	0,980	20,772
2	15,5	11,297	57,582	3,950	0,980	22,869
3	15,5	11,912	60,202	3,960	0,970	22,227
Média	15,17	10,56	58,64	3,91	0,98	21,96
Desvio	0,58	0,32	1,38	0,08	0,01	1,07
SST= sólidos solúveis totais; CT= Carbohidratos totais; V.E= valor Energético; a <sub>w</sub> = Actividade da água						

**Tabela A1- 8: Determinação do teor de acidez**

N	Massa (g)	V.N (ml)	V.B (ml)	Acidez	Média	Desvio
1	5,1573	3,6	0,1	0,69804	0,69	0,01
2	5,164	3,5	0,1	0,67777		
3	5,1624	3,6	0,1	0,69735		

V.N= volume de NaOH; V.B= Volume do branco; acidez (g/100g de ácido cítrico)

**Tabela A1- 9: Determinação do teor de Vitamina C**

N	Massa (g)	V.K (ml)	V.B (ml)	Vitamina C	Média	Desvio
1	3,5182	1,4	0,1	35,0418	36,38	1,17
2	3,5826	1,5	0,2	36,8699		
3	3,5494	1,5	0,1	37,2147		

V.K= volume de KIO<sub>3</sub>; V.B= Volume do branco; Vitamina C (mg/100g)

**Tabela A1- 10: Caracterização colorimétrica da polpa de jambalau**

N	L	a	b	a <sup>2</sup>	b <sup>2</sup>	Croma	Arctg	hue
1	23,8	20,6	-7,74	424,36	59,9076	22,0061	-20,593	339,407
	23,4	21,46	-7,22	460,532	52,1284	22,642	-18,595	341,405
	23,2	20,2	-7,64	408,04	58,3696	21,5965	-20,718	339,282
2	22,3	21,46	-7,8	460,532	60,84	22,8336	-19,975	340,025
	22,9	21,51	-8,2	462,68	67,24	23,02	-20,868	339,132
	22,4	21,68	-8,4	470,022	70,56	23,2504	-21,179	338,821
3	20,16	19,51	-6,78	380,64	45,9684	20,6545	-19,163	340,837
	20,12	19,48	-6,86	379,47	47,0596	20,6526	-19,4	340,6
	20,9	19,35	-6,94	374,423	48,1636	20,5569	-19,731	340,269
Média	22,13	20,58	-7,51	424,52	56,69	21,91	-20,02	339,98
Desvio	1,40	0,98	0,59	40,09	8,91	1,09	0,87	0,87

## B1. Apêndice B – Caracterização dos iogurtes

*Tabela B1- 1: Determinação da humidade dos iogurtes*

Amostra	N	Massa (g)	C.V (g)	C.D.E (g)	M.S (g)	Humidade (%)	Média	Desvio
$F_0$	1	3,2053	25,4203	26,318	0,8977	71,9933	<b>72,57</b>	0,86
	2	3,2385	25,99	26,8462	0,8562	73,5618		
	3	3,2586	25,0908	25,9984	0,9076	72,1475		
$F_1$	1	3,1244	36,3765	37,313	0,9365	70,0262	<b>69,87</b>	0,15
	2	3,0704	44,8443	45,7735	0,9292	69,7368		
	3	3,1957	38,8412	39,8046	0,9634	69,8532		
$F_2$	1	3,1943	27,9248	28,8069	0,8821	72,3852	<b>72,35</b>	0,10
	2	3,134	28,0624	28,9263	0,8639	72,4346		
	3	3,1252	29,2046	30,0723	0,8677	72,2354		
$F_3$	1	3,1387	27,286	28,4341	1,1481	63,4212	<b>63,34</b>	0,15
	2	3,1847	42,4699	43,6426	1,1727	63,1771		
	3	3,1364	42,3477	43,4945	1,1468	63,4358		
$F_4$	1	3,1405	24,8911	25,9295	1,0384	66,9352	<b>66,79</b>	0,13
	2	3,1375	27,7925	28,8369	1,0444	66,7124		
	3	3,135	27,4297	28,4732	1,0435	66,7145		

*Tabela B1- 2: Determinação do teor de cinzas dos iogurtes*

Amostra	N	Massa (g)	C.V (g)	C.D.M (g)	M.S (g)	Cinzas (%)	Média	Desvio
$F_0$	1	3,2053	25,4203	25,4532	0,0329	1,0264	<b>1,04</b>	0,04
	2	3,2385	25,9912	26,0242	0,0330	1,0190		
	3	3,2586	25,0908	25,1262	0,0354	1,0864		
$F_1$	1	3,1244	36,3765	36,4156	0,0391	1,2514	<b>1,26</b>	0,01
	2	3,0704	44,8443	44,8833	0,0390	1,2702		
	3	3,1957	38,8412	38,8812	0,0400	1,2517		
$F_2$	1	3,1943	27,9248	27,9636	0,0388	1,2146	<b>1,23</b>	0,01
	2	3,134	28,0624	28,1012	0,0388	1,2380		
	3	3,1252	29,2046	29,2432	0,0386	1,2351		
$F_3$	1	3,1387	27,286	27,3262	0,0402	1,2808	<b>1,28</b>	0,01
	2	3,1847	42,4699	42,5109	0,0410	1,2874		
	3	3,1364	42,3477	42,3876	0,0399	1,2722		
$F_4$	1	3,1405	24,8911	24,9298	0,0387	1,2323	<b>1,25</b>	0,02
	2	3,1375	27,7925	27,8322	0,0397	1,2653		
	3	3,135	27,4297	27,4686	0,0389	1,2408		

**Tabela B1- 3: Determinação do teor de Proteína dos iogurtes**

Amostra	N	Massa (g)	V -HCL (ml)	V.B (mL)	Teor N2	Proteína (%)	Média	Desvio
F <sub>0</sub>	1	1,0725	5,5	0,1	0,7049	4,4056	<b>4,43</b>	0,03
	2	1,0486	5,4	0,1	0,7076	4,4226		
	3	1,0182	5,3	0,1	0,7150	4,4687		
F <sub>1</sub>	1	1,0618	5,8	0,1	0,7516	4,6972	<b>4,75</b>	0,05
	2	1,0506	5,9	0,2	0,7596	4,7473		
	3	1,0581	5,9	0,1	0,7674	4,7963		
F <sub>2</sub>	1	1,0592	5,9	0,1	0,7666	4,7914	<b>4,88</b>	0,08
	2	1,0732	6,2	0,2	0,7827	4,8919		
	3	1,0778	6,2	0,1	0,7924	4,9522		
F <sub>3</sub>	1	1,0419	6,0	0,1	0,7928	4,9549	<b>4,97</b>	0,05
	2	1,0996	6,4	0,2	0,7894	4,9336		
	3	1,0802	6,3	0,1	0,8036	5,0222		
F <sub>4</sub>	1	1,0423	5,6	0,1	0,7388	4,6172	<b>4,65</b>	0,04
	2	1,0559	5,8	0,2	0,7425	4,6406		
	3	1,0612	5,8	0,1	0,7520	4,6999		

**Tabela B1- 4: Determinação do teor de Gordura dos iogurtes**

Amostra	N	Massa (g)	Massa.Balão (g)	M.B+Gordura (g)	Gordura (%)	Média	Desvio
F <sub>0</sub>	1	5,2359	115,7785	115,9713	3,6823	<b>3,69</b>	0,02
	2	5,2434	162,5287	162,7231	3,7075		
	3	5,2367	115,7786	115,9709	3,6722		
F <sub>1</sub>	1	5,1654	115,7785	115,9664	3,6377	<b>3,64</b>	0,01
	2	5,1167	162,5287	162,7143	3,6273		
	3	5,1673	115,7786	115,9668	3,6421		
F <sub>2</sub>	1	5,4597	115,7674	115,9657	3,6321	<b>3,67</b>	0,07
	2	5,8575	115,7674	115,9797	3,6244		
	3	5,4591	115,7673	115,9723	3,7552		
F <sub>3</sub>	1	5,1021	115,7674	115,9568	3,7122	<b>3,72</b>	0,04
	2	5,1859	162,5387	162,7296	3,6811		
	3	5,1041	115,7673	115,9588	3,7519		
F <sub>4</sub>	1	5,3661	115,7674	115,9680	3,7383	<b>3,75</b>	0,06
	2	5,4003	162,5387	162,7444	3,8090		
	3	5,3662	115,7673	115,9652	3,6879		

*Tabela B1- 5: Determinação do teor de Fibras dos iogurtes*

<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Candinho vazio (g)</b>	<b>Saida da estufa (g)</b>	<b>Saida da mufla (g)</b>	<b>Fibras (%)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
$F_0$	1	1,5596	25,4203	25,4204	25,4203	0,0064	<b>0,01</b>	0,00
	2	1,5695	25,9900	26,0002	26,0001	0,0064		
	3	1,5696	25,0908	25,0909	25,0908	0,0064		
$F_1$	1	1,5675	42,3555	42,3664	42,3609	0,3509	<b>0,33</b>	0,03
	2	1,5623	42,4682	42,4791	42,4739	0,3328		
	3	1,5661	42,4682	42,4789	42,4742	0,3001		
$F_2$	1	1,6466	28,0516	28,0695	28,0625	0,4251	<b>0,42</b>	0,01
	2	1,6465	29,1733	29,1815	29,1748	0,4069		
	3	1,6466	28,0516	28,0876	28,0807	0,4190		
$F_3$	1	1,6584	25,4185	25,4876	25,4801	0,4522	<b>0,46</b>	0,01
	2	1,6778	24,8908	24,9210	24,9132	0,4649		
	3	1,6779	25,4185	25,4964	25,4888	0,4529		
$F_4$	1	1,6704	25,0914	25,0994	25,0923	0,4250	<b>0,44</b>	0,02
	2	1,6952	27,9273	27,9457	27,9384	0,4306		
	3	1,6911	25,0914	25,0978	25,0901	0,4553		

*Tabela B1- 6: Determinação do teor de Sólidos solúveis totais*

<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Volume (ml)</b>	<b>Factor de correção</b>	<b>Brix</b>	<b>Brix da amostra</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
$F_0$	1	1,0361	0,0939	1,4000	14,9122	<b>15,27</b>	0,61
	2	1,0363	0,0939	1,5000	15,9746		
	3	1,0363	0,0939	1,4000	14,9096		
$F_1$	1	1,0522	0,0952	1,5000	15,7558	<b>16,11</b>	0,61
	2	1,0523	0,0952	1,5000	15,7545		
	3	1,0522	0,0952	1,6000	16,8062		
$F_2$	1	1,0651	0,0963	1,6000	16,6221	<b>17,31</b>	0,60
	2	1,0653	0,0963	1,7000	17,6579		
	3	1,0651	0,0963	1,7000	17,6609		
$F_3$	1	1,0633	0,0961	1,7000	17,6880	<b>18,03</b>	0,60
	2	1,0635	0,0961	1,7000	17,6850		
	3	1,0631	0,0961	1,8000	18,7316		
$F_4$	1	1,0063	0,0914	1,4000	15,3124	<b>14,58</b>	0,63
	2	1,0062	0,0914	1,3000	14,2199		
	3	1,0063	0,0914	1,3000	14,2186		

**Tabela B1- 7: Determinação do teor de Vitamina C**

<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Volume de KIO<sub>3</sub> (ml)</b>	<b>Volume.Branco (ml)</b>	<b>Vitamina C (mg/100g)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
<i>F<sub>0</sub></i>	1	3,5182	0,1	0,1	2,5030	<b>2,48</b>	0,02
	2	3,5826	0,1	0,2	2,4580		
	3	3,5494	0,1	0,1	2,4810		
<i>F<sub>1</sub></i>	1	3,6656	0,3	0,1	7,2070	<b>7,22</b>	0,05
	2	3,6344	0,3	0,2	7,2689		
	3	3,6835	0,3	0,1	7,1720		
<i>F<sub>2</sub></i>	1	3,7555	0,3	0,1	7,0345	<b>7,05</b>	0,07
	2	3,7028	0,3	0,2	7,1346		
	3	3,7792	0,3	0,1	6,9904		
<i>F<sub>3</sub></i>	1	3,7384	0,3	0,1	7,0667	<b>7,05</b>	0,03
	2	3,7661	0,3	0,2	7,0147		
	3	3,7452	0,3	0,1	7,0538		
<i>F<sub>4</sub></i>	1	3,6611	0,2	0,1	4,8106	<b>4,8</b>	0,01
	2	3,6787	0,2	0,2	4,7876		
	3	3,6618	0,2	0,1	4,8097		

**Tabela B1- 8: Determinação do teor de acidez (1<sup>o</sup> dia )**

<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Volume de NaOH (ml)</b>	<b>Volume.Branco (ml)</b>	<b>Acidez (g.ac.l/100g)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
<i>F<sub>0</sub></i>	1	0,5032	3,5	0,1	0,6260	<b>0,67</b>	0,04
	2	0,5035	3,8	0,1	0,6792		
	3	0,5043	3,9	0,1	0,6960		
<i>F<sub>1</sub></i>	1	0,5166	3,8	0,1	0,6620	<b>0,69</b>	0,02
	2	0,5151	4	0,1	0,6989		
	3	0,5142	4	0,1	0,7001		
<i>F<sub>2</sub></i>	1	0,5182	3,8	0,1	0,6600	<b>0,65</b>	0,01
	2	0,5173	3,7	0,1	0,6437		
	3	0,5185	3,7	0,1	0,6422		
<i>F<sub>3</sub></i>	1	0,5181	3,8	0,1	0,6601	<b>0,64</b>	0,02
	2	0,5172	3,6	0,1	0,6265		
	3	0,5179	3,6	0,1	0,6256		
<i>F<sub>4</sub></i>	1	0,5016	4,3	0,1	0,7715	<b>0,78</b>	0,01
	2	0,5011	4,3	0,1	0,7723		
	3	0,5025	4,4	0,1	0,7881		

**Tabela B1- 9: Determinação do teor de acidez (7º dia)**

<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Volume de NaOH (ml)</b>	<b>Volume.Branco (ml)</b>	<b>Acidez (g.ac.l/100g)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
$F_0$	1	0,5236	4,3	0,1	0,7391	<b>0,74</b>	0,01
	2	0,5251	4,3	0,1	0,7370		
	3	0,5233	4,4	0,1	0,7567		
$F_1$	1	0,5466	4,5	0,1	0,7409	<b>0,74</b>	0,01
	2	0,5461	4,5	0,1	0,7416		
	3	0,5454	4,4	0,1	0,7261		
$F_2$	1	0,5113	3,8	0,1	0,6689	<b>0,68</b>	0,01
	2	0,5119	3,9	0,1	0,6857		
	3	0,5122	3,9	0,1	0,6853		
$F_3$	1	0,5536	4,1	0,1	0,6665	<b>0,66</b>	0,01
	2	0,5512	4,1	0,1	0,6694		
	3	0,5375	3,9	0,1	0,6530		
$F_4$	1	0,5056	4,6	0,1	0,8188	<b>0,83</b>	0,01
	2	0,5032	4,6	0,1	0,8227		
	3	0,5044	4,7	0,1	0,8386		

**Tabela B1- 10: Determinação do teor de acidez (14º dia)**

<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Volume de NaOH (ml)</b>	<b>Volume.Branco (ml)</b>	<b>Acidez (g.ac.l/100g)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
$F_0$	1	0,5182	4,8	0,1	0,8337	<b>0,82</b>	0,01
	2	0,5173	4,7	0,1	0,8177		
	3	0,5188	4,7	0,1	0,8153		
$F_1$	1	0,5232	4,6	0,1	0,7913	<b>0,79</b>	0,02
	2	0,5238	4,5	0,1	0,7732		
	3	0,5246	4,7	0,1	0,8063		
$F_2$	1	0,5025	4,1	0,1	0,7343	<b>0,73</b>	0,01
	2	0,5041	4	0,1	0,7141		
	3	0,5032	4,1	0,1	0,7333		
$F_3$	1	0,5165	4	0,1	0,6970	<b>0,71</b>	0,01
	2	0,5143	4,1	0,1	0,7175		
	3	0,5146	4,1	0,1	0,7171		
$F_4$	1	0,5713	5,7	0,1	0,8980	<b>0,89</b>	0,01
	2	0,5721	5,6	0,1	0,8810		
	3	0,5739	5,6	0,1	0,8782		

*Tabela B1- 11: Determinação do teor de acidez (21º dia)*

Amostra	N	Massa (g)	Volume de NaOH (ml)	Volume.Branco (ml)	Acidez (g.ac.l/100g)	Média	Desvio
F <sub>0</sub>	1	0,5345	5,4	0,1	0,9093	<b>0,90</b>	0,01
	2	0,5356	5,4	0,3	0,9074		
	3	0,5361	5,3	0,1	0,8898		
F <sub>1</sub>	1	0,5236	4,9	0,1	0,8422	<b>0,85</b>	0,01
	2	0,5257	5	0,3	0,8560		
	3	0,5265	5	0,1	0,8547		
F <sub>2</sub>	1	0,5442	4,7	0,1	0,7773	<b>0,80</b>	0,02
	2	0,5464	4,9	0,3	0,8071		
	3	0,5455	4,9	0,1	0,8084		
F <sub>3</sub>	1	0,5063	4,2	0,1	0,7466	<b>0,76</b>	0,01
	2	0,5095	4,3	0,3	0,7596		
	3	0,5091	4,3	0,1	0,7602		
F <sub>4</sub>	1	0,5387	5,6	0,1	0,9356	<b>0,95</b>	0,01
	2	0,5385	5,7	0,3	0,9526		
	3	0,5372	5,7	0,1	0,9550		

*Tabela B1- 12: Resultados de ensaios para determinação do pH (1º e 7º dia de armazenamento)*

Amostra	N	PH (1º dia)	Média	Desvio	PH (7º dia)	Média	Desvio
F <sub>0</sub>	1	4,66	<b>4,65</b>	<b>0,01</b>	4,61	<b>4,61</b>	<b>0,00</b>
	2	4,64			4,61		
	3	4,65			4,61		
F <sub>1</sub>	1	4,61	<b>4,61</b>	<b>0,01</b>	4,56	<b>4,56</b>	<b>0,01</b>
	2	4,61			4,56		
	3	4,60			4,55		
F <sub>2</sub>	1	4,63	<b>4,63</b>	<b>0,00</b>	4,58	<b>4,58</b>	<b>0,00</b>
	2	4,63			4,58		
	3	4,63			4,58		
F <sub>3</sub>	1	4,58	<b>4,58</b>	<b>0,01</b>	4,55	<b>4,55</b>	<b>0,01</b>
	2	4,59			4,55		
	3	4,58			4,56		
F <sub>4</sub>	1	4,56	<b>4,56</b>	<b>0,01</b>	4,48	<b>4,48</b>	<b>0,01</b>
	2	4,57			4,48		
	3	4,56			4,47		

**Tabela B1-13: Resultados de ensaios para determinação do pH (14<sup>o</sup> e 21<sup>o</sup> dia de armazenamento)**

<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>PH (14<sup>o</sup> dia)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>	<b>PH (21<sup>o</sup> dia)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
<b>F<sub>0</sub></b>	1	4,49	<b>4,49</b>	<b>0,01</b>	4,34	<b>4,34</b>	<b>0,01</b>
	2	4,50			4,35		
	3	4,49			4,34		
<b>F<sub>1</sub></b>	1	4,43	<b>4,43</b>	<b>0,01</b>	4,28	<b>4,28</b>	<b>0,01</b>
	2	4,42			4,29		
	3	4,43			4,28		
<b>F<sub>2</sub></b>	1	4,53	<b>4,53</b>	<b>0,00</b>	4,45	<b>4,45</b>	<b>0,01</b>
	2	4,53			4,45		
	3	4,53			4,44		
<b>F<sub>3</sub></b>	1	4,46	<b>4,46</b>	<b>0,01</b>	4,39	<b>4,38</b>	<b>0,01</b>
	2	4,46			4,38		
	3	4,45			4,38		
<b>F<sub>4</sub></b>	1	4,37	<b>4,36</b>	<b>0,01</b>	4,23	<b>4,23</b>	<b>0,01</b>
	2	4,36			4,23		
	3	4,36			4,24		

**Tabela B1-14: Determinação do teor de carboidratos e valor energético**

<b>Amostra</b>	<b>N</b>	<b>Carboidratos (%)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>	<b>V. Energético (kcal)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
<b>F<sub>0</sub></b>	1	18,8860	<b>18,26</b>	<b>0,86</b>	126,3070	<b>123,97</b>	<b>3,30</b>
	2	17,2827			120,1888		
	3	18,6189			125,3997		
<b>F<sub>1</sub></b>	1	20,0366	<b>20,16</b>	<b>0,20</b>	131,6741	<b>132,25</b>	<b>0,59</b>
	2	20,2855			132,7772		
	3	20,1565			132,5905		
<b>F<sub>2</sub></b>	1	17,5516	<b>17,45</b>	<b>0,09</b>	122,0605	<b>122,35</b>	<b>0,75</b>
	2	17,4041			121,8039		
	3	17,4030			123,2178		
<b>F<sub>3</sub></b>	1	26,1787	<b>26,23</b>	<b>0,20</b>	157,9442	<b>158,25</b>	<b>0,39</b>
	2	26,4559			158,6882		
	3	26,0650			158,1159		
<b>F<sub>4</sub></b>	1	23,0520	<b>23,13</b>	<b>0,08</b>	144,3213	<b>144,84</b>	<b>0,55</b>
	2	23,1420			145,4120		
	3	23,2016			144,7968		

# **ANEXOS**

*Anexo 1: Procedimentos experimentais usados na determinação das análises físico-químicas do jambalau e iogurte.*

### **Determinação da Humidade e Cinzas**

#### **Material**

- ✓ Cadinhos de porcelana
- ✓ Cadinhos de porcelana;
- ✓ Balança analítica;
- ✓ Dissecador com sílica gel;
- ✓ Espátula;
- ✓ Pinça;
- ✓ Espátula de metal
- ✓ Estufa a vácuo (J.P.Selecta, Sa.)
- ✓ Mufla

#### **Procedimentos:**

Pesou-se e registou se as massas dos cadinhos vazios, previamente lavados e secos na estufa. Pesou-se 5 gramas da amostra nos cadinhos de porcelana, registou se as massas. Levou se as amostras para estufa a vácuo (J.P.Selecta, Sa.) com temperatura previamente ajustada para 70°C e pressão de 0,8 bar. Após 24 horas retirou se as amostras com auxílio de pinça. Colocou os cadinhos no exsiccador e deixou se arrefecer as amostras durante 30 minutos. Pesou se os cadinhos com as amostras secas. Determinou se a humidade através da **equação (1)**:

$$\text{Humidade (\%)} = \left( \frac{M_A - M_S}{M_A} \right) * 100 \quad \text{Equação 1}$$

Obtendo-se o peso seco da amostra, os cadinhos foram colocados numa mufla da marca Carbolite RHF 1600 à temperatura de 550°C durante 6 horas de tempo. Desligou-se a mufla, e deixou se arrefecer, retirou-se as amostras da mufla e deixou-se arrefecer no exsiccador por 1h, depois pesou-se os cadinhos. Determinou se o teor de cinzas usando a **equação (2)**:

$$\text{Cinzas (\%)} = \left( \frac{M_S - M_C}{M_S} \right) * 100 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

$M_A$  = Massa da amostra;  $M_S$  = Massa da amostra seca;  $M_C$  = Massa de cinza.

## Determinação do teor de Gordura no iogurte

### Material

- ✓ Chapa aquecedora;
- ✓ Cartucho de soxhlet;
- ✓ Dessecador com sílica-gel;
- ✓ Estufa;
- ✓ Espátula;
- ✓ Erlenmeyer de 500 ml;
- ✓ Funil de vidro;
- ✓ Vidro de relógio
- ✓ Bastão de vidro;
- ✓ Manta de aquecimento
- ✓ Provetas de 50 e 100 ml;
- ✓ Papel de filtro;
- ✓ Pinça metálica;
- ✓ Algodão;
- ✓ Aparelho extrator soxhlet;
- ✓ Balança analítica;
- ✓ Béqueres de 100 a 1000 ml;
- ✓ Bomba a vácuo;
- ✓ Balões redondos de 300 ml
- ✓ Fita indicadora de pH

### Reagentes

- ✓ Acido clorídrico 0,5M
- ✓ Éter de petróleo (40-60°C)

### Procedimento para determinar o teor de gordura no iogurte

Pesou se 5g da amostra, em béquer de 100 ml. Transferiu-se para um Erlenmeyer de 500 ml usando 100 ml de água destilada a temperatura de 30°C, misturou se com auxílio do bastão de vidro. Adicionou-se 60 ml de acido clorídrico a 0,5M e tapou se o béquer com um vidro de relógio. Aqueceu se a mistura em chapa aquecedora ate a ebulição da mistura, manteve se a fervura durante 30 minutos. Adicionou se 100 ml de agua a temperatura 92°C na solução da amostra ainda quente. Lavou se o vidro de relógio e filtrou se a vácuo em papel de filtro húmido. Lavou se varias vezes o erlenmeyer e o resíduo do papel de filtro, cuidadosamente, com água quente ate que o filtrado exhiba reacção neutra, utilizou se a fita indicadora de pH. Colocou-se o resíduo sobre um vidro de relógio, secou-se na estufa a temperatura de 80°C. Transferiu se o resíduo seco para o cartucho, completado o preenchimento do cartucho com algodão, colocou se o cartucho no aparelho extrator soxhlet. Adicionou se 250 ml de éter de petróleo num balão de fundo redondo de 300 ml, previamente seco na estufa a 105°C por duas horas. Acoplou-se o balão no extrator soxhlet, realizou se extração sobre aquecimento durante 5 horas. Retirou se o resíduo da extração e removeu-se o solvente por evaporação na estufa por 3 horas a 105°C, arrefeceu se o balão em dessecador e pesou-se o balão. Determinou se o teor de gordura usando a **equação (3)**.

### Procedimento para determinar o teor de gordura no fruto de jambalau

Pesou-se 5g da amostra em cartucho de Soxhlet, transferiu-se o cartucho para o aparelho extrator Soxhlet. Colocou-se o balão a secar na estufa a 105°C por 2 horas, arrefeceu-se e pesou-se o balão. Adicionou-se 250 ml de éter de petróleo ao balão e acoplou o balão ao extrator Soxhlet. Ligou-se a água de refrigeração em simultâneo ligou-se o mato de aquecimento. Aqueceu-se e manteve a extração contínua por 5 horas. Retirou-se o resíduo da extração e removeu-se o solvente por evaporação na estufa por 3 horas a 105°C, arrefeceu-se o balão em dessecador e pesou-se o balão. Determinou-se o teor de gordura usando a **equação (3)**.

$$\text{Gordura (\%)} = \left( \frac{M_{BE} - M_{BS}}{M_A} \right) * 100 \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

$M_A$  = Massa da amostra;  $M_{BE}$  = Massa do balão depois da extração;

$M_{BS}$  = Massa do balão seco

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2000)- Official methods of analysis of the association of official analytical chemists- international 17<sup>th</sup> edition, Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical communities.

## Determinação do teor de proteínas

### Material

- ✓ Espátula;
- ✓ Erlenmeyer de 500 ml;
- ✓ Frasco de Kjeldahl de 500 a 800 ml;
- ✓ Bloco de digestão;
- ✓ Balão de destilação
- ✓ Bureta de 25 ml;
- ✓ Papel de seda;
- ✓ Balança analítica;
- ✓ Pipeta graduada de 25 ml
- ✓ Balões volumétricos de 300 ml
- ✓ Suporte para tubos

### Reagentes

- ✓ Ácido sulfúrico concentração de 98%
- ✓ Hidróxido de sódio a 40% (w/w)
- ✓ Mistura catalítica de- selênio e sulfato de potássio (comprimido)
- ✓ Ácido bórico a 2 %
- ✓ Indicador (vermelho de metilo, verde e bromocresol e etanol)
- ✓ Ácido clorídrico 0,1N

A determinação do teor de proteínas no jambalau e iogurte foi realizada usando o método de Kjeldahl. Este método divide-se em três etapas, a digestão, destilação e a titulação.

### Procedimentos

Na digestão pesou-se 1 g de amostra, foi colocada num tubo de digestão de Kjeldahl, de modo a que o material não ficasse aderido ao tubo, adicionou-se ao tubo 15 ml de  $H_2SO_4$  a 98% e um comprimido do catalisador de mistura com  $K_2SO_4$ . Se, o tubo foi colocado no bloco digestor onde aqueceu-se até atingir 420°C. continuou-se a digestão por 45 minutos, até que a mistura apresentasse cor clara. Foi efetuado um branco, como controlo, com água destilada. Após a digestão foram retirados os tubos do bloco digestor e foram deixados a arrefecer à temperatura ambiente. Foi adicionado 50 ml de água destilada a cada tubo. Antes da destilação foi verificado se os recipientes anexados ao destilador possuíam as quantidades necessárias para o decorrer do processo, sendo estes recipientes de água na caldeira e de hidróxido de sódio 40%.

15 ml do digerido foram adicionados introduzidos no tubo de destilação. Adicionou gradualmente 30 ml de NaOH a 40 %. Iniciou-se com o processo de destilação.

A destilação decorreu durante 10 minutos, o amoníaco ( $NH_3$ ) produzido foi recolhido como hidróxido de amónio ( $NH_4OH$ ) num balão contendo 15 ml da solução de ácido bórico a 2 % com 5 ml de indicador de (solução alcoólica de vermelho de metilo com verde de bromocresol, formando borato de amônia (que possui coloração azul claro). O destilado foi então titulado com a solução padrão de HCL a 0,1N ate ser observada uma mudança na coloração da solução. O teor de proteínas foi determinado usado a **equação (4)**.

$$Proteina (\%) = 6,25 \times \left( \frac{(V_A - V_B) * N}{M_A} \right) \times 0,014 \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

$M_A$  = Massa da amostra;  $V_A$  = Volume de HCL gastos na titulação da amostra (ml);

$V_B$  = Volume de HCL gastos na titulação do ensaio em branco (ml); N = Normalidade do HCL

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2000)- Official methods of analysis of the association of official analytical chemists- international 17<sup>th</sup> edition, Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical communities.

## Determinação do teor de sólidos solúveis

### Material

- ✓ Refratómetro do tipo Abbe;
- ✓ Tubos de ensaios de 15 a 50 ml;
- ✓ Centrifuga;
- ✓ Papel de laboratório.

### Procedimentos

Diluiu-se 1g de amostra em 10ml de água destilada e centrifugou-se as amostras por 5 minutos a 2500 rpm. Calibrou-se o refratómetro com água destilada de modo que este mostrasse brix de 0 graus. Determinou-se o teor de sólidos solúveis através das **equações (5) e (6)**, respetivamente.

$$^{\circ}\text{Brix real} = ^{\circ}\text{Brix da amostra} \times F_C$$

*Equação 5*

$$F_C = \left( \frac{V_A}{V_M} \right)$$

*Equação 6*

Onde:

$V_A$  = Volume da amostra (ml);  $V_M$  = Volume da mistura (ml);  $F_C$  = Factor de correção

- Instituto Adolfo Lutz. (2008)- **Métodos físico- químicos para análise de alimentos**- Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet & Paulo Tigle; IV Edição, 1<sup>a</sup> Edição digital; São paulo.

## Determinação de acidez titulável

### Materiais

- ✓ Espátula;
- ✓ Erlenmeyer de 250 ml;
- ✓ Proveta de 100 ml
- ✓ Bureta de 25 a 50 ml;
- ✓ Pipetas graduadas de 1 ml.
- ✓ Vareta
- ✓ Funil;
- ✓ Balança Analítica

### Reagentes

- ✓ Solução de Hidróxido de Sódio 0,1 M
- ✓ Solução de Fenolftaleína a 1%

### Procedimentos

Pesou-se 5 g da amostra, adicionou-se 50 ml de água destilada e homogeneizou-se com auxílio da vareta, filtrou-se a mistura, transferiu-se a mistura filtrada para o frasco Erlenmeyer, adicionou-se 3 gotas do indicador fenolftaleína a 1% e titulou-se com a solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 M sob agitação constante até o aparecimento da cor rosa da solução. Determinou-se o teor de ácido através da **equação (7)**.

$$acidez (\%) = \left( \frac{(V_{NaOH} \times f \times F_a)}{M_A} \right) \times 100$$

*Equação 7*

Onde:

$M_A$  = Massa da amostra;  $V_{NaOH}$  = Volume de NaOH gastos na titulação da amostra (ml);

$f$  = factor de correção da solução de hidróxido de sódio;

$F_a$  = Factor de conversão para ácido em causa.

- Instituto Adolfo Lutz. (2008)- **Métodos físico- químicos para análise de alimentos**- Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet & Paulo Tiglea; IV Edição, 1ª Edição digital; São paulo.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2000)- Official methods of analysis of the association of official analytical chemists- international 17<sup>th</sup> edition, Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical communities.

### Determinação do teor do ácido áscórbico (Vitamina C)

#### Material

- ✓ Espátula;
- ✓ Balança analítica;
- ✓ Bureta de 50 ml;
- ✓ Balão volumétrico de 100 ml;
- ✓ Erlenmeyer de 250 ml;
- ✓ Funil;
- ✓ Vareta;
- ✓ Proveta de 25ml.

#### Reagentes

- ✓ Solução de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) a 20%;
- ✓ Solução de Amido á 1%;
- ✓ Solução de iodeto de potássio (KI) á 10%;
- ✓ Solução de iodato de potássio ( $KIO_3$ ) a 0,002 M

#### Procedimentos

Pesou se 5g da amostra, adicionou se 50 ml de agua destilada e homogeneizou-se com vareta, filtrou-se a mistura para o béquer, transferiu-se a mistura filtrada para o Erlenmeyer, adicionou se 20ml de ácido sulfúrico, 1 ml de solução de iodeto de potássio e 1ml de solução de amido, por fim titulou-se com solução de iodato de potássio até o ponto de viragem da cor para azul-escuro. Determinou se o teor de vitamina C através da **equação (8)**.

$$Vitamina\ C\ (mg/100g) = \left( \frac{(V_{KIO_3} \times F)}{M_A} \right) \times 100$$

Equação 8

Onde:

$M_A$  = Massa da amostra (g);  $V_{KIO_3}$  = Volume de iodato gasto na titulação da amostra (ml);

$F = 0,8806$  para  $KIO_3$  a 0,002 M;

- Instituto Adolfo Lutz. (2008)- **Métodos físico- químicos para análise de alimentos**- Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet & Paulo Tiglea; IV Edição, 1<sup>a</sup> Edição digital; São paulo.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2000)- Official methods of analysis of the association of official analytical chemists- international 17<sup>th</sup> edition, Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical communities.

## Determinação da cor

### Material

- ✓ Colorímetro modelo Minolta Color Reader (CR10 made in japan)
- ✓ Papel A4

### Procedimentos

Calibrou se o colorímetro com uma folha A4 de modo que os desvio db, da, e dl fossem zero e fez-se análises de cor com o colorímetro para cada uma das amostras. Registou-se os valores e determinou-se os valores de croma e angulo de cor através das equações (9) e (10).

$$c^* = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{Equação 9}$$

$$h = \tan^{-1}(b/a) \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

L = Luminosidade; a = Coordenada vermelho/verde [(+a) -indica vermelho e (-a)-indica verde]; b = Coordenada amarelo / azul [(+b) - indica amarelo e (-b)-indica azul]; C= Croma; h= É o ângulo que indica a tonalidade, isto é a cor do alimento.

### Determinação de fibra

- ✓ Balança analítica;
- ✓ Bomba a vácuo;
- ✓ Estufa
- ✓ Mufla
- ✓ Cadinhos de porcelana
- ✓ Aparelho de Filtragem;
- ✓ Béquer de 600 ml
- ✓ Funil de Goosh
- ✓ Papel de filtro;
- ✓ Proveta graduada de 150 a 250 ml
- ✓ Dissecador

### Reagentes

- ✓ Solução de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) a 0,128 M;
- ✓ Água destilada;
- ✓ Solução de hidróxido de potássio (KOH) a 0,223 M

### Procedimentos

Pesou se 1g de amostra desengordurada, introduziu-se num erlenmeyer de 500ml, adicionou-se 150 ml de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) a 0,128 M, levou a mistura ao aquecimento, a partir do momento em que iniciou a ebulição, iniciou-se a contagem do tempo e deixou-se ferver por 30 minutos. Após a ebulição filtrou-se a amostra com auxílio de bomba de vácuo e funil de goosh, posteriormente fez a lavagem com água quente para a remoção dos traços alcalinos na amostra. Depois da filtração levou-se amostra novamente para o erlenmeyer, adicionou-se 150 ml de hidróxido de potássio (KOH) a 0,223 M, levou-se a mistura ao aquecimento, contados a partir do momento em que iniciou a ebulição. Após a ebulição filtrou-se a amostra com auxílio de bomba de vácuo e funil de goosh, fez-se três lavagens com 30 ml de água por cada lavagem, para eliminar todos os traços alcalinos na amostra. Depois da filtração levou-se amostra e colocou-se no cadinho previamente lavado, seco e pesado, introduziu-se o cadinho na estufa a 105°C por duas horas. Retirou-se o cadinho com o resíduo seco, pesou-se e colocou-se o cadinho na mufla para incineração da amostra a 550°C por três horas. Arrefeceu-se e pesou-se o resíduo remanescente no cadinho. Determinou se o teor de fibras através da **equação (11)**.

$$Fibra (\%) = \left( \frac{(W_E - W_M)}{M_A} \right) \times 100$$

*Equação 11*

Onde:

$M_A$  = Massa da amostra (g);  $W_E$  = Peso do cadinho apos a estufa (g);

$W_M$  = Peso do cadinho apos a mufla (g)

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2000)- Official methods of analysis of the association of official analytical chemists- international 17<sup>th</sup> edition, Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical communities.

## Anexo 2: Ficha de avaliação sensorial

### Ficha de avaliação sensorial

Nome (opcional): \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_ Idade \_\_\_\_\_

Você está recebendo amostras codificadas de iogurtes produzidos com adição de polpa de jambalau. Prove e avalie segundo a escala hedônica apresentada, nos atributos indicados abaixo.

#### ESCALA HEDÔNICA

- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| (1) Desgostei extremamente    | (6) Gostei ligeiramente  |
| (2) Desgostei muito           | (7) Gostei moderadamente |
| (3) Desgostei moderadamente   | (8) Gostei muito         |
| (4) Desgostei ligeiramente    | (9) Gostei extremamente  |
| (5) Não gostei, nem desgostei |                          |

AMOSTRA	APARÊNCIA	AROMA	TEXTURA	SABOR	AV.GLOBAL
F0					
F1					
F2					
F3					

#### Intenção de compra

Avalie a sua intenção de compra segundo a escala abaixo:

Se você encontrasse esse produto disponível no mercado, a sua reação seria:

#### Escala de intenção de compra

- (A) Certamente compraria este produto
- (B) Provavelmente compraria este produto
- (C) Tenho dúvidas se compraria ou não este produto
- (D) Provavelmente não compraria este produto
- (E) Certamente não compraria este produto

Amostra	Intenção de compra
F0	
F1	
F2	
F3	