



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**ALIMENTOS**

**JOHNNATHAN LIMA MAIA**

**ESTUDO DO DESPOLPAMENTO DE TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.) E**  
**DESENVOLVIMENTO DE SUCO COM ACIDEZ REDUZIDA**

**FORTALEZA**

**2018**

JOHNNATHAN LIMA MAIA

ESTUDO DO DESPOLPAMENTO DE TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.) E  
DESENVOLVIMENTO DE SUCO COM ACIDEZ REDUZIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana de Siqueira Oliveira.

Co-orientador: Dr. Nédio Jair Wurlitzer.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- M186e Maia, Johnnathan.  
Estudo do despulpamento de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e desenvolvimento de suco com acidez reduzida / Johnnathan Maia. – 2018.  
63 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Profa. Dra. Luciana de Siqueira Oliveira.  
Coorientação: Prof. Dr. Nédio Jair Wurlitzer.
1. *Tamarindus indica* L.. 2. Despulpamento. 3. Desacidificação. 4. Aceitabilidade sensorial. 5. Estabilidade. I. Título.

CDD 664

---

JOHNNATHAN LIMA MAIA

ESTUDO DO DESPOLPAMENTO DE TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.) E  
DESENVOLVIMENTO DE SUCO COM ACIDEZ REDUZIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: 28/08/2018.

BANCA EXAMINADORA

---

Luciana de Siqueira Oliveira, DSc (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Nélio Jair Wurlitzer, DSc (Co-orientador)  
EMBRAPA Agroindústria Tropical - CE

---

Ingrid Vieira Machado de Moraes, DSc (Membro)  
EMBRAPA Agroindústria Tropical - CE

---

Andréa Cardoso de Aquino, DSc (Membro)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Paulo Henrique Machado de Sousa, DSc (Membro)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por permitir a caminhada do meu ser na estrada da vida, atingindo meus objetivos.

Aos meus pais e irmã, por todo o suporte dado durante este período, acreditando sempre nas minhas capacidades e nos meus objetivos.

À UFC, pela formação e acesso ao conhecimento, privilégio alcançado pela oportunidade de estudar gratuitamente nesta instituição.

À Embrapa Agroindústria Tropical, pela oportunidade de desenvolver todo o projeto nas suas dependências, utilizando laboratórios bem equipados e acessíveis.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado como apoio financeiro.

À Dra. Luciana Siqueira, por aceitar ser minha orientadora, mesmo com o projeto já em andamento por um ano, sendo sempre acessível e compreensível ao decorrer dos meses. Além disso, pela ajuda e contribuição durante o estágio à docência, que despertou um novo olhar sobre a educação superior.

Ao Dr. Nédio Jair Wurlitzer, por aceitar ser meu co-orientador, participando das atividades durante todo o projeto de mestrado, com os planejamentos, análise de resultados e condução de forma geral do projeto. Além de ser sempre solícito quando tive dúvidas, me ajudando a saná-las.

À Dra. Ingrid Moraes, por aceitar fazer parte da banca de defesa, pelo ensinamento de um novo olhar para os resultados obtidos, sempre acessível e com sugestões que contribuíram para o resultado final do projeto. Além disso, pela ótima convivência e conversas sobre nosso país.

À Dra. Andréa Aquino, por aceitar fazer parte da banca de qualificação e defesa, contribuindo com o enriquecimento deste trabalho, e pelas correções sugeridas na qualificação. Agradeço também pela boa relação durante a graduação, sempre disposta a ajudar os alunos para além da sala de aula.

Ao Dr. Paulo Henrique, por aceitar fazer parte da banca de defesa, pontuando onde melhorar, com sugestões que contribuíram para o resultado final da dissertação.

À Dra. Janice Ribeiro, por aceitar fazer parte da banca de pré-defesa, contribuindo com o enriquecimento deste trabalho, além da contribuição na análise estatística dos dados, e por sempre me receber bem.

Às analistas de laboratório, Márcia Régia e Ídila Araújo, pela ajuda na execução das atividades nos laboratórios de Fisiologia Pós-colheita e Análise Sensorial, e pela boa convivência durante esses anos desde a época de estágio.

Às doutoras, Deborah Garruti e Fátima Borges, por sempre me receberem bem, e pela ajuda com algumas atividades do projeto.

Aos amigos do Laboratório de Processos Agroindustriais (LPA), Dra. Ana Paula, Arthur, Bruno, Carol Garcia, Carol Lima, Cláudia, Gabriel, Glauber, Jéssica, Laís, Larissa, Lidiane, Karine, Mayara Iunes, Mayara Goiana, Monique, Robério, Sandra, Talita e Thiago pela amizade e excelente rede de apoio durante esses dois anos de mestrado, tornando os dias mais agradáveis. O companheirismo, a confiança, as lembranças, os momentos compartilhados jamais serão esquecidos.

Aos demais colegas do curso de mestrado, em especial Alyne e Iane, por compartilhar informações e experiências, ajudando uns aos outros.

Aos amigos Georges, Pedro e Thiago pela amizade fora do espaço acadêmico, proporcionando momentos de calma nesse período de turbulência mental.

E por fim, aos amigos Diogo Silveira, Érika Patrícia, Felipe Costa, Fernando Kahrin, Jéssica Carmo, Ludimila Conde, Márcia Lacerda, Morgana Castro, Nara Vieira, Kissia Batista, Raquel Falcão e Stéphanie Murta que sempre torceram pelo meu sucesso nessa caminhada.

## RESUMO

O tamarindo (*Tamarindus indica* L.) é um fruto com potencial de mercado que possui uma elevada acidez, o que pode influenciar na aceitação dos seus produtos. Além disso, há poucos dados em relação ao despulpamento do tamarindo. O objetivo deste trabalho foi estudar as condições de despulpamento de tamarindo para obtenção de maior rendimento em polpa e qualidade nutricional, além do desenvolvimento de suco de tamarindo com acidez reduzida e boa aceitabilidade sensorial. Foi estudada a influência da proporção de água, do tempo de hidratação e da temperatura sobre o rendimento em polpa no despulpamento, e após determinação da melhor condição, foram preparados quatro tratamentos de suco de tamarindo, controle com pH 2,5, e três níveis de neutralização parcial da acidez até pH 3,0, 3,5 e 4,0. Estes tratamentos foram avaliados em relação à aceitabilidade sensorial e intensidade de atributos (cor marrom, sabor de tamarindo, sabor de terra, gosto ácido, gosto doce, gosto amargo, granulidade e residual amargo). A formulação com melhor resultado sensorial e o controle foram caracterizadas quanto aos parâmetros físico-químicos e composição centesimal, além do estudo do efeito do processamento nos compostos antioxidantes e estabilidade no armazenamento por 180 dias. Os resultados indicaram como a melhor condição de despulpamento dentro das condições avaliadas, adição de água na proporção de 1:1 (m:v), tempo de hidratação de 2 horas e temperatura ambiente, resultando em um rendimento em polpa de aproximadamente 50%. Dentre as formulações avaliadas, a formulação C (pH 3,5) apresentou melhor aceitação sensorial (6,1), e conjuntamente com a formulação controle A (pH 2,5), apresentaram características físico-químicas e composição centesimal de acordo com as exigidas pela legislação, e ainda podem ser consideradas fonte de fibras. A pasteurização diminuiu em 8% e 16% o conteúdo de polifenóis das formulações A e C, respectivamente. No entanto, a combinação dos processos contribuiu para a estabilidade de ambas as formulações por 180 dias, em temperatura ambiente. Portanto, foi possível definir condições para o despulpamento do tamarindo, aliando bom rendimento e qualidade da polpa obtida, e que a redução da acidez melhora a aceitabilidade do suco de tamarindo, tornando-o atrativo, fator importante para o consumidor e para a indústria.

**Palavras-chave:** *Tamarindus indica* L. Despulpamento. Desacidificação. Aceitabilidade sensorial. Estabilidade.

## ABSTRACT

Tamarind (*Tamarindus indica* L.) is a fruit with market potential that has a high acidity, which may influence the acceptance of its products. In addition, there is little data regarding tamarind depulping process. The aim of this work was to study the depulping conditions of tamarind to obtain a higher yield in pulp and nutritional quality, besides the development of tamarind juice with reduced acidity and good sensory acceptability. The influence of water proportion, hydration time and temperature on the pulp yield in the depulping process was studied, and after determination of the best condition, it was prepared four treatments of tamarind juice, control with pH 2.5, and three levels of partial neutralization of acidity up to pH 3.0, 3.5, and 4.0. These treatments were evaluated regarding to overall acceptance and attribute intensity (brown color, tamarind flavor, earthy taste, sour taste, sweet taste, bitter taste, lumpiness and residual bitterness). The formulation with the best sensory result and the control were characterized in terms of physical-chemical properties and proximal composition, besides the study of the effect of the processing on the antioxidant compounds and storage stability for 180 days. The results indicated as the best depulping condition within the conditions evaluated, addition of water in a ratio of 1: 1 (m: v), hydration time of 2 hours and room temperature, resulting in a pulp yield of approximately 50%. Among the formulations evaluated, formulation C (pH 3.5) presented better sensorial acceptance (6.1), and alongside the control formulation A (pH 2.5), presented physical-chemical properties and proximal composition according to those required by legislation, and can be considered a source of fiber. Pasteurization decreased the content of polyphenols of formulation A by 8%, while deacidification decreased by 16%. However, the combination of the processes contributed to the stability of both formulations for 180 days at room temperature. Therefore, it was possible to define conditions for the depulping of the tamarind, combining good yield and quality of the obtained pulp. Moreover, the acidity reduction improved the acceptability of tamarind juice, making it more attractive, which is important for consumers and industry.

**Keywords:** *Tamarindus indica* L. Depulping. Deacidification. Sensory acceptability. Stability.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i> L.).....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>Processamento de alimentos .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Desenvolvimento de produtos.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4</b>	<b>Suco de fruta .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5</b>	<b>Análise sensorial.....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Matéria-prima.....</b>	<b>24</b>
<b>4.2</b>	<b>Estudo dos parâmetros físicos de despulpamento.....</b>	<b>24</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Proporção fruto: água adicionada.....</i></b>	<b>24</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>Tempo de hidratação .....</i></b>	<b>25</b>
<b>4.2.3</b>	<b><i>Temperatura.....</i></b>	<b>25</b>
<b>4.3</b>	<b>Caracterização físico-química e composição centesimal de polpa de tamarindo .</b>	<b>25</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>Sólidos Solúveis (SS) .....</i></b>	<b>25</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>pH .....</i></b>	<b>25</b>
<b>4.3.3</b>	<b><i>Acidez Total (AT) .....</i></b>	<b>26</b>
<b>4.3.4</b>	<b><i>Cor .....</i></b>	<b>26</b>
<b>4.3.5</b>	<b><i>Umidade .....</i></b>	<b>26</b>

4.3.6	<i>Cinzas</i> .....	26
4.3.7	<i>Proteínas</i> .....	26
4.3.8	<i>Lipídeos</i> .....	26
4.3.9	<i>Carboidratos</i> .....	27
4.4	<b>Compostos antioxidantes e atividade antioxidante total da polpa de tamarindo</b> ..	27
4.4.1	<i>Atividade antioxidante total (AAT) e Polifenóis extraíveis totais (PET)</i> .....	27
4.4.2	<i>Ácido ascórbico</i> .....	28
4.5	<b>Aplicação de questionário online</b> .....	28
4.6	<b>Efeito da redução da acidez na aceitabilidade sensorial</b> .....	28
4.6.1	<i>Preparo das formulações</i> .....	29
4.6.2	<i>Análise sensorial</i> .....	30
4.7	<b>Caracterização físico-química e composição centesimal do suco de tamarindo</b> ...	30
4.7.1	<i>Cor</i> .....	31
4.7.2	<i>Fibras</i> .....	31
4.8	<b>Efeito da pasteurização nos compostos antioxidantes e na atividade antioxidante</b> .....	31
4.9	<b>Estabilidade do suco de tamarindo</b> .....	31
4.9.1	<i>Estabilidade físico-química e de cor</i> .....	32
4.9.2	<i>Estabilidade sensorial</i> .....	32
4.9.3	<i>Estabilidade microbiológica</i> .....	32
4.10	<b>Análise estatística</b> .....	32
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
5.1	<b>Estudo dos parâmetros físicos de despulpamento</b> .....	33

5.1.1	<i>Proporção fruto: água adicionada</i> .....	33
5.1.2	<i>Tempo de hidratação</i> .....	34
5.1.3	<i>Temperatura</i> .....	34
5.2	<b>Caracterização físico-química e composição centesimal da polpa de tamarindo</b> .	35
5.3	<b>Compostos antioxidantes e atividade antioxidante total da polpa de tamarindo</b> .	37
5.4	<b>Respostas à pesquisa de opinião em relação ao tamarindo</b> .....	38
5.5	<b>Efeito da redução da acidez na aceitabilidade sensorial</b> .....	39
5.6	<b>Caracterização físico-química e composição centesimal do suco de tamarindo</b> ...	43
5.7	<b>Efeito da pasteurização na aceitação sensorial, conteúdo de ácido ascórbico, polifenóis totais e atividade antioxidante</b> .....	45
5.8	<b>Estabilidade do suco de tamarindo</b> .....	46
5.8.1	<i>Estabilidade físico-química e de cor</i> .....	46
5.8.2	<i>Estabilidade sensorial</i> .....	49
5.8.3	<i>Estabilidade microbiológica</i> .....	51
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	52
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	53
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	54
	<b>ANEXO A – FICHA SENSORIAL APLICADA NOS TESTES SENSORIAIS</b> ..	62
	<b>ANEXO B – ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE SUCO DE TAMARINDO</b>	63

## 1 INTRODUÇÃO

O tamarindo (*Tamarindus indica* L.) é um fruto originário da África tropical, Índia e sudeste asiático de onde se dispersou. No Brasil, foi introduzido a partir da Ásia, onde mostrou-se naturalizado em quase todos os Estados. Na região Nordeste, o tamarindo é considerado fruto típico devido sua grande adaptação, sendo encontrado em plantações não organizadas ou em quintais (PEREIRA et al., 2011). A ampliação da utilização desse fruto como matéria-prima é vista como potencial de mercado devido sua facilidade de cultivo, que exige poucos cuidados, rendimento da árvore, com produção em vagem podendo chegar até 500 quilogramas ao ano, longevidade e possibilidade de oferecer retorno econômico à pequenos produtores rurais (FERREIRA et al., 2011).

A principal forma de utilização do tamarindo é na forma de polpa, podendo ser obtida por despulpamento manual ou mecânico. O despulpamento manual é realizado com o uso de facas e colheres de aço inox auxiliando na remoção da semente da parte polposa, porém é uma operação lenta que não acompanha a produção industrial. Já o despulpamento mecânico apresenta limitações devido ao baixo teor de umidade e composição fibrosa da polpa, o que dificulta a separação das sementes de sua parte fibrosa, tornando necessária a adição de água. Esta prática é recomendada por fabricantes de despulpadeiras, a NPC Equipamentos, por exemplo, recomenda que o tamarindo seja despulpado sem casca, após ser imerso em água para hidratação, e com a utilização de peneiras com furos de 2,5 mm de diâmetro, alegando um rendimento de processo de 60 a 80%. O rendimento e a eficiência do despulpamento podem ser influenciados pela velocidade da despolpa e temperatura, dependendo do tipo de matéria-prima (TOLENTINO & SILVA, 2009).

Há poucos trabalhos na literatura que apresentam dados sobre as condições de despulpamento do tamarindo. Benero (1972) realizou testes com diluições nas proporções de fruto:água de 1:1, 1:1,5 e 1:2 utilizando como variável resposta, o teor de sólidos solúveis (°Brix) e uma análise subjetiva de sabor, encontrando dificuldades na operação contínua com a diluição de 1:1 que produziu uma massa pouco fluída. Já Cáceres (2003), realizou diversos testes, com mesma proporção de água estudada por Benero (1972), variando os parâmetros temperatura (ambiente até 90 °C) e tempo de hidratação (10 minutos a 20 horas) utilizando como variável resposta o teor de sólidos solúveis e a contagem microbiológica. Como resultado, a condição ideal de despulpamento consistiu em diluição na proporção de 1:1,5, temperatura de 50 °C e tempo de maceração de 20 minutos. Apesar de terem sido realizados cálculos de rendimento do processo para cada tratamento (média de 67,75%), este fator não foi utilizado

como critério principal para escolha das condições de despulpamento. Considerando o rendimento em polpa um aspecto importante na produtividade de uma indústria de polpa de frutas, torna-se relevante o estudo da melhor condição de despulpamento que ofereça um produto final de qualidade nutricional elevada aliada ao máximo de polpa que pode ser extraído da fruta.

A utilização da polpa de tamarindo brasileiro na elaboração de derivados ainda é pouco explorada pelo mercado devido às dificuldades do seu processamento e de suas características, como o forte gosto ácido, o que pode influenciar no baixo consumo de seus produtos. Entretanto, suas propriedades funcionais são reportadas em diversos estudos, destacando-se sua propriedade antioxidante (RECUENCO et al., 2016) e o seu baixo índice glicêmico associado aos benefícios para os diabéticos (PASSOS, 2017). Essas características podem influenciar positivamente no consumo de seus produtos, acompanhando a tendência mundial dos consumidores que buscam alimentos que ofereçam benefícios à saúde (FERRAREZI; SANTOS; MONTEIRO, 2010).

A disponibilidade de suco de tamarindo industrializado pronto para beber ainda é pequena, o que torna relevante estudo voltado para o desenvolvimento deste produto de forma a superar esta barreira no mercado atual. Entretanto, para desenvolver um novo produto alimentício, há a preocupação com sua aceitabilidade frente ao consumidor, cujas preferências alimentares influenciam na escolha e compra. As preferências podem ser aprendidas e desaprendidas por serem produtos da ação conjunta de fatores ambientais e predisposição genética, embora algumas são inatas, como a preferência por gosto doce e salgado e o desgosto pelo amargo e ácido (BRUG et al., 2008; HOFFMAN et al., 2016). Desta forma, os produtos de tamarindo podem apresentar dificuldade de aceitação, pois possui intenso gosto ácido, o qual é geralmente menos preferido. Assim, uma alternativa a ser avaliada para o desenvolvimento destes produtos é a redução da acidez da polpa do tamarindo através do uso de aditivos neutralizantes até uma condição ideal.

Outro fator importante no desenvolvimento de um produto é sua estabilidade. A estabilidade dos sucos de frutas está relacionada com reações químicas e/ou fatores microbiológicos que causam alterações indesejáveis comprometendo a segurança e a qualidade do produto, como perdas nutricionais e aspectos sensoriais (FREITAS et al., 2006). O estudo da estabilidade pode ser realizado por meio da avaliação de parâmetros de qualidade, como aceitação sensorial, características físico-químicas, valor nutricional e carga microbiana, por um período de tempo até o limite estabelecido por estes parâmetros.

O presente trabalho apresenta duas etapas principais para o desenvolvimento de um produto de tamarindo: o estudo do despulpamento da fruta com foco na obtenção de polpa com qualidade nutricional e com alto rendimento; e o desenvolvimento do suco de tamarindo pronto para beber com melhoria de sua aceitabilidade sensorial.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Estudar as condições de despolpamento do tamarindo para obtenção de maior rendimento em polpa e qualidade nutricional, além do desenvolvimento de suco de tamarindo com acidez reduzida pronto para beber com boa aceitabilidade sensorial.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Estudar o efeito dos parâmetros físicos de despolpamento no rendimento da polpa de tamarindo e estabelecer a melhor condição;
- Avaliar o efeito da redução da acidez na aceitabilidade sensorial do suco de tamarindo e estabelecer condições que aumentem a sua aceitabilidade;
- Caracterizar a polpa obtida e formulações de suco de tamarindo com base nos parâmetros físico-químicos, composição centesimal e componentes funcionais (fibras, polifenóis extraíveis totais, ácido ascórbico), bem como sua atividade antioxidante;
- Avaliar o efeito da pasteurização e do processo de neutralização da acidez nos compostos funcionais do suco de tamarindo;
- Avaliar a estabilidade do suco de tamarindo armazenado em temperatura ambiente (25 °C) por 180 dias por meio dos parâmetros físico-químico, sensorial e microbiológico.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Tamarindo (*Tamarindus indica* L.)

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) é uma planta frutífera pertencente à família das leguminosas (*Fabaceae*), subfamília *Caesalpiniaceae*, nativo da África Tropical, Índia e Sudeste Asiático de onde se dispersou. O tamarindeiro foi introduzido no Brasil a partir da Ásia, sendo difundido e cultivado há séculos, onde mostra-se naturalizado e subespontâneo em quase todos os estados. Na região Nordeste é considerado fruto típico devido sua grande adaptação, embora pouco se conheça do fruto no Nordeste e em outras regiões cultiváveis (PEREIRA et al., 2011).

O tamarindeiro (Figura 1) é uma planta arbórea, de crescimento lento e de longa vida, que sob condições favoráveis, pode alcançar 30 metros de altura, 12 metros de diâmetro de coroa e 7,5 metros de circunferência de tronco, além de uma extensão de vida de 80 a 200 anos. É uma árvore economicamente importante, ideal para regiões semi-áridas, devido à sua capacidade de tolerar de 5 a 6 meses de condições de seca, embora não sobreviva em baixas temperaturas e não tolere fogo, geada ou longo período de chuva. É considerada uma árvore de fácil cultivo, sendo necessários cuidados mínimos e pode render de 150 a 500 quilogramas de vagem por árvore saudável por ano, com 20 anos de idade (FERREIRA et al., 2011). O rendimento em frutos (vagens) da árvore pode variar dependendo de sua região, além de fatores ambientais e genéticos. A produção de frutos pode se comportar de maneira cíclica com produção abundante a cada três anos. Além disso, a produção pode sofrer declínio após 50 anos (TRZECIAK et al., 2007).

Figura 1 - Tamarindeiro



Fonte: Dandapani.org (2018)

É considerada uma árvore multiuso. Fonte de madeira, sementes, forragem animal, fruta, extratos medicinais e de potenciais componentes industriais. A exploração do fruto e demais partes é vista como potencial de mercado, incluindo em épocas de baixo preço e baixa produtividade podendo ser utilizado como cultura de subsistência, e contribuindo para melhoria da qualidade de vida da população rural (QUEIROZ, 2010; EL-SIGGID et. al, 2006).

O fruto do tamarindeiro (Figura 2) é uma vagem indeiscente (não libera as sementes quando maduro), alongada, oblonga nas extremidades, reta ou curva, com 5 a 15 cm de comprimento, contendo de 3 a 8 sementes lisas, marrom-escuras, compridas e achatadas, de 8 a 14 mm, envolvidas por uma polpa parda e ácida, fibrosa, com alto teor de ácido tartárico de sabor ácido-adocicado, com casca pardo-escura, quebradiça e lenhosa, levando 245 dias para atingir o ponto de colheita (CARVALHO et al., 2009). O peso médio dos frutos varia entre 10 e 15 g, sendo constituído por, aproximadamente, 30% de polpa, 40% de sementes e 30% de casca (GURJÃO, 2006; PEREIRA et al., 2011).

Figura 2 - Vagem, polpa e sementes de *Tamarindus indica* L.



Fonte: Greenme (2018)

As frutas amadurecem em épocas diferentes, e deve ser realizada uma seleção imediata após sua colheita. A cor da casca das vagens não muda rapidamente com o amadurecimento. As vagens maduras e imaturas apresentam coloração da casca marrom e esverdeada, respectivamente. Quando maduros, a casca da vagem torna-se frágil, podendo ser facilmente quebrada com a mão, os frutos tornam-se cheios de polpa marrom e pegajosa, e as sementes duras e lustrosas. O fruto produz um som oco quando tocado com os dedos (PEREIRA et al., 2011). O alto teor de sólidos solúveis, alta acidez e baixa umidade contribuem para um longo período de armazenamento. Em propriedades rurais, a polpa é comprimida e pode ser armazenada em sacos de juta, sacos plásticos, ou vasos de argila fechados. É, geralmente, armazenada com as sementes, sendo estas removidas em produção comercial. Sob condições ideais (polpa seca e temperatura amena), a polpa permanece em boa qualidade por

aproximadamente um ano e, após esse período, torna-se preta, macia e pegajosa por efeito da degradação pectolítica (YAHIA, 2011).

Há duas variedades principais de tamarindo (*Tamarindus indica* L.): ácidas, sendo mais facilmente encontradas em vários países devido, principalmente, a facilidade de desenvolvimento em regiões quentes e ensolaradas, e doces, encontrada em abundância na Tailândia, onde são consumidas na forma de polpa e geleias. No Brasil, o tamarindo doce ainda não é comercializado, porém pode ser encontrado no sertão baiano (MESQUITA et al., 2012). Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros físico-químicos do tamarindo ácido relatado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO).

**Tabela 1** - Parâmetros físico-químicos do tamarindo ácido (TACO, 2011).

Parâmetro*	Tamarindo ácido (TACO)
Umidade (g.100g <sup>-1</sup> )	22,00
Sólidos solúveis totais (g.100g <sup>-1</sup> )	69,80
Carboidratos (g.100g <sup>-1</sup> )	72,50
Fibra Alimentar (g.100g <sup>-1</sup> )	6,40
Gordura (g.100g <sup>-1</sup> )	0,50
Proteínas (g.100g <sup>-1</sup> )	3,20
Cinzas (g.100g <sup>-1</sup> )	1,90
Potássio (mg.100g <sup>-1</sup> )	723,00

\*Valores em base úmida.

O tamarindo se destaca por sua qualidade nutricional, possuindo o mais elevado teor de proteínas (3,2g) em relação aos outros frutos, seguido por pequi (2,1g), tucumã e macaúba (2,1g), e ainda alto teor de carboidratos e minerais, tais como: ferro, potássio, fósforo, cálcio e magnésio (PEREIRA et al., 2011 & TACO, 2011). A composição química da polpa é bastante variável devido a fatores como local de cultivo e aspectos pós-colheita. Pode-se destacar o teor de carboidratos – fração glicídica (59,0 a 71,0%), sólidos solúveis (54,0 a 69,8%), ácidos orgânicos (12,2 a 23,8%), além das proteínas (1,4 a 3,4%) e umidade (15,0 a 47,0%). Dentre os ácidos orgânicos, o ácido tartárico, o qual é responsável pelo sabor ácido, corresponde a cerca de 98,0%, sendo metade em forma combinada, principalmente, como bitartarato de potássio e, em pequena medida, como tartarato de cálcio. Os açúcares redutores podem variar de 25,0 a 45,0%, dos quais a glicose corresponde a 70,0%, e a frutose a 30,0%, com teores de sacarose também presentes, assim como fibras e materiais celulósicos. Além disso, o teor de pectina

pode variar de 2,0 a 3,5%. Contrariamente a outros frutos, a acidez não diminui com a maturação. O principal componente aromático da polpa é o 2-acetil-furano, que encontra-se associado a outros voláteis (furfural, 5-pirazina, limoneno, cinamaldeído, dentre outros) (MATOS, 2002; PEREIRA et al., 2011).

Uma investigação fitoquímica no tamarindo realizada por Bhadoriya et al., 2011, revelou a presença de muitos compostos, tais como os compostos fenólicos, ácido málico, ácido tartárico, mucilagem, pectina, arabinose, xilose, galactose, glicose e ácido urônico. O perfil de polifenóis do tamarindo é dominado por proantocianidinas em várias formas, apigenina, catequina, procianidina B2, epicatequina, dímeros e trímeros de procianidinas, juntamente com taxifolina, eriodictiol, naringenina, respectivamente (BHADORIYA et al., 2011). Segundo Kuru, 2014, estes compostos estão relacionados com os diversos efeitos terapêuticos apresentados pelo fruto, no combate à desordens do sistema gastrointestinal e câncer, além de efeito anti-inflamatório, antidiabético, propriedades antioxidantes, antiviral, antimicrobiano, antifúngico, efeito no sistema cardiovascular, proteção do fígado, além de atividade laxante e expectorante.

Outro estudo encontrado na literatura relata os efeitos do extrato da polpa de *Tamarindus indica* L. nos níveis de lipídios no sangue e lesões ateroscleróticas iniciais em hamsters onde verificou-se que o nível de colesterol sérico total foi reduzido em 50%. Além disso o extrato apresentou atividade antioxidante *in vitro* indicando o potencial do extrato de tamarindo na diminuição do risco de desenvolvimento de aterosclerose em humanos (MARTINELLO et al., 2006).

### **3.2 Processamento de alimentos**

Desde tempos pré-históricos, a necessidade de prover alimento para as pessoas em suas mais diversas formas e quando necessário, justifica o processamento de alimentos como fator chave da cadeia produtiva (FLOROS et al., 2010). O processamento de alimentos pode ser definido como qualquer mudança que ocorre no alimento antes que o mesmo esteja disponível no mercado. Geralmente, matérias-primas são processadas para consumo humano de forma a torná-las mais úteis, estáveis, saborosas e seguras.

Alguns benefícios como a manutenção e aumento da vida de prateleira do produto, sua qualidade, otimização e aumento da biodisponibilidade de nutrientes, redução de perdas e desperdícios, eliminação de microrganismos patogênicos e toxinas para garantir a segurança, além de melhoria do aspecto sensorial e funcional do produto podem ser obtidos com o

processamento de alimentos nas diversas operações unitárias (refrigeração, congelamento, tratamento térmico, uso de aditivos, despulpamento, dentre outros) realizadas nas indústrias (INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL FOUNDATION, 2010; van BOEKEL et al., 2010).

O despulpamento é utilizado para separar a polpa da semente e da parte fibrosa das frutas, e é realizado mais comumente por equipamentos denominados despulpadeiras. De forma geral, estes equipamentos são construídos em aço inoxidável e possuem peneiras de diferentes diâmetros de furos e um sistema de condução das frutas por escovas de cerdas ou pás de borrachas. O processo consiste de duas etapas: retirada de cascas e sementes, e refino da polpa. O rendimento e a eficiência do despulpamento podem ser influenciados pela velocidade da despulpa e temperatura (TOLENTINO & SILVA, 2009).

A pasteurização é o tratamento térmico utilizado na fabricação de sucos. Consiste no emprego de combinações de tempo e temperatura inferiores a 100°C que visa a inativação de microrganismos patogênicos, deterioradores e enzimas capazes de deteriorar o alimento durante armazenamento (FELLOWS, 2006). A pasteurização traz como benefícios o aumento da vida de prateleira e a segurança microbiológica do produto. Entretanto, podem ocorrer mudanças indesejáveis nos componentes, causando alterações sensoriais, perda de nutrientes e de compostos bioativos (AUGUSTIN et al., 2016).

O processamento de alimentos também envolve o uso de aditivos, os quais podem ser utilizados para melhorar a qualidade (sabor e aparência), aumentar a vida de prateleira e a segurança dos alimentos. Os aditivos exercem inúmeras funções, tais como antioxidante, antimicrobiana, reguladora de acidez, edulcorantes, dentre outras (AUGUSTIN et al., 2016). Aditivos naturais, como a estévia, vem ganhando interesse pela mudança de hábito dos consumidores que buscam alimentos mais saudáveis (CAROCHO et al, 2014). Segundo o Global Stevia Institute, 2018, o extrato da estévia empregado em alimentos e bebidas, oferece uma nova opção ao mercado para elaboração de produtos com um edulcorante de origem natural e sem calorias. Além disso, como benefício tecnológico, a estévia apresenta estabilidade ao calor e excelente vida útil, tornando-se adequada para uma variedade de aplicações.

A indústria de alimentos utiliza também processos de neutralização para melhorar a qualidade do produto final, como na fabricação de óleos, onde ocorre adição de compostos alcalinos, como hidróxidos, para reagir com os ácidos graxos produzidos pela atividade enzimática, controlando assim, a qualidade do óleo produzido (PIMENTA et al., 2012 & ENGELMANN et al., 2014). Lopes & Wurlitzer, (2015), realizaram uma etapa de neutralização

no desenvolvimento de uma bebida formulada com suco de frutas tropicais para alimentação de atletas, para evitar a precipitação de proteínas, fator que limitaria a estabilidade da mistura.

### **3.3 Desenvolvimento de produtos**

O desenvolvimento de novos produtos é um fator essencial para a sobrevivência das indústrias e empresas de alimentos, sendo considerado como um meio importante para a criação e sustentação da competitividade. Para muitas indústrias, os investimentos nessa área é um fator estratégico e necessário para se manterem à frente da concorrência e continuarem atuando no mercado (TONI et al., 2005).

O mercado competitivo demanda criação de novos produtos que atendam às necessidades e satisfação dos consumidores. Há aumento de expectativas com relação as novidades em produtos, diminuindo a fidelidade às marcas, tornando o mercado de alimentos ainda mais competitivo e, conseqüentemente, diminuição do período de vida dos novos produtos. Este fator tem obrigado as empresas a buscar maior agilidade e eficiência nessa questão (BRAGANTE, 2014).

O desenvolvimento de um produto alimentício é um processo de natureza multidisciplinar e complexo que envolve uma sequência de atividades com a finalidade de conceber, desenvolver e comercializar um novo produto (WILLI et al., 2014). Um novo produto é decorrente da incorporação de algo que possa trazer uma melhoria ao produto ou de uma versão similar já existente no mercado (VALVASSORI, 2010).

Segundo a publicação *Brasil Foods Trends (2020)* do Instituto de Tecnologia de Alimentos em 2010, as tendências e exigências recentes dos consumidores estão relacionadas a sensorialidade e prazer, saudabilidade e bem estar (ex.: alimentos funcionais), conveniência e praticidade, confiabilidade e qualidade, e sustentabilidade e ética. A procura por produtos que possam suprir estes fatores poderá refletir em um aumento na demanda por edulcorantes não calóricos, principalmente os naturais como o esteviosídeo. “Proteínas doces” com propriedades edulcorantes também estão sendo estudadas com grande potencial como substituto de adoçantes artificiais. Substitutos de gordura, fibras, prebióticos, probióticos e simbióticos também tem sido procurados pelos consumidores. Há também a procura por antioxidantes naturais onde temos as vitaminas E e C, os carotenóides e os compostos fenólicos como principais.

A aceitabilidade sensorial é um fator de grande peso na elaboração de novos produtos. Ferreira et al., (2011), analisaram a qualidade sensorial de geleia mista de melancia e tamarindo

quanto aos atributos cor, consistência e sabor, e observaram que todas as formulações obtiveram notas dentro da zona de aceitação.

A literatura acerca do tamarindo geralmente aborda o seu uso combinado com outros frutos ou como ingrediente no desenvolvimento de outros produtos. Mesquita (2012) estudou a aceitação sensorial e a composição química de iogurte com adição de polpa de tamarindo doce. Já Silva (2014), avaliou o uso do tamarindo como adjunto do malte para produção de cervejas Ale e Lager. Há poucos dados na literatura avaliando o suco de tamarindo quanto a sua aceitação sensorial, caracterização físico-química e estabilidade.

### **3.4 Suco de fruta**

A produção anual mundial de frutas é de aproximadamente 800 milhões de toneladas. O Brasil é o terceiro maior produtor, estando atrás apenas da China e da Índia, respectivamente. A produção brasileira de frutas em 2015 somou 43 milhões de toneladas, em uma área de aproximadamente 2 milhões de hectares, e empregando 5,6 milhões de pessoas, correspondendo a 27% da mão de obra agrícola. O fornecimento de espécies tropicais, subtropicais e de clima temperado proporciona uma grande variedade de frutas o ano inteiro, o que contribui para os números da produção brasileira (TREICHEL et al., 2016).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda uma ingestão de frutas de aproximadamente 100 quilos por habitante por ano. No entanto, no Brasil o consumo é de apenas 33 quilos por habitante por ano, demonstrando baixo índice de consumo per capita. O consumo de produtos processados de frutas, como sucos, néctares e polpa tem crescido nos últimos anos, sendo um fator de concorrência das frutas frescas por desempenhar a mesma função na alimentação do brasileiro. O aumento do consumo de frutas e seus produtos é algo a ser trabalhado no mercado interno (SEBRAE, 2015). Uma alternativa a esse cenário é estimular a produção e consumo de frutos não populares como, por exemplo, o tamarindo.

O mercado brasileiro de suco de fruta industrializado tem crescido nos últimos anos acompanhando a tendência mundial dos consumidores que tem procurado alimentos que ofereçam saúde, sabor, inovação, conveniência e prazer. Os sucos devem atender legislação específica, estando de acordo com a definição, classificação, registro, padronização e requisitos de qualidade, devendo também atender à legislação sobre rotulagem de alimentos embalados (FERRAREZI; SANTOS; MONTEIRO, 2010).

O Ministério da Saúde por intermédio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulam a

legislação na área de alimentos, este define suco ou sumo como: “a bebida não fermentada, não concentrada e não diluída, destinada ao consumo, obtida de fruta sã e madura, ou parte do vegetal de origem, por processo tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o consumo” por meio da Instrução Normativa nº 01/2000 (BRASIL, 2000; FERRAREZI; SANTOS; MONTEIRO, 2010).

A Instrução Normativa nº 12/2003 (BRASIL, 2003) define suco tropical como “o produto obtido pela dissolução, em água potável, da polpa de fruta polposa de origem tropical, não fermentado, de cor, aroma e sabor característicos da fruta, através de processo tecnológico adequado, submetido a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento de consumo”. Diz ainda que, o suco tropical deve conter um mínimo de 50% (m/m) da polpa de um determinado fruto, ressalvado o caso de fruta com acidez alta ou conteúdo de polpa muito elevado ou sabor muito forte que, neste caso, o conteúdo da polpa não deve ser inferior a 35% (m/m).

O Art. 2º, da Instrução Normativa nº 12, inclui o tamarindo como fruta polposa, mas não apresenta padrões de identidade e qualidade para o suco de tamarindo em seu anexo, quando descreve o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para os sucos tropicais de diversas frutas mais comuns. Já a Instrução Normativa nº 19, de 10 de junho de 2013 (BRASIL, 2013), indica um teor mínimo de sólidos solúveis de 6,0 °Brix para o suco de tamarindo. Já as instruções normativas 49/2018 (BRASIL, 2018a) e 37/2018 (BRASIL, 2018a) estabelecem padrão de identidade e qualidade para polpa e suco de tamarindo, indicando parâmetros mínimos de 6 °Brix, pH  $\geq$  2,3, acidez total mínima de 1,9 g ácido cítrico por 100 g, e ácido ascórbico  $\geq$  0,1 mg por 100 g de suco ou polpa. A polpa de tamarindo tem como parâmetro adicional o teor de sólidos totais  $\geq$  6,5 g por 100 g.

Para serem considerados de boa qualidade, os sucos industrializados devem apresentar características semelhantes ao fruto *in natura* (SILVA et al., 2005). As reações de degradação que comprometem essa qualidade podem ser reduzidas com o emprego de métodos de preservação, como o processo *hot fill*, um dos mais utilizados pelas indústrias de suco de frutas, caracterizado pelo processo de pasteurização com enchimento a quente, fechamento e resfriamento (FREITAS et al., 2006).

### **3.5 Análise sensorial**

A análise sensorial exerce um papel no entendimento das características sensoriais de um produto e a relação entre estas com as escolhas diárias do consumidor. Sua natureza

multidisciplinar engloba diversas áreas, da psicologia comportamental à estatística, auxiliando o setor alimentício em diversas atividades, entre as quais pode-se destacar o desenvolvimento, melhoramento e reformulação de produtos, controle de qualidade, e determinação da vida de prateleira (STONE et al., 2012).

A interação de indivíduos com produtos resulta em reações fisiológicas que levam às sensações. Estas, por sua vez, podem dimensionar o gosto ou desgosto em relação a um produto avaliado, utilizando os sentidos da visão, audição, tato, gosto e olfato para gerar uma interpretação das propriedades particulares de um determinado produto (IAL, 2008).

Existem fatores que influenciam na resposta sensorial, sendo dependentes do indivíduo, ou do ambiente. Dentre as influências individuais estão a atitude (relacionada com a personalidade), a motivação (relacionada com os interesses pessoais), a capacidade de adaptação e “erros psicológicos” (de habituação, de expectativa, de lógica, de tendência central, entre outros), e ainda as relacionadas com instruções específicas da análise sensorial e com o treino. Já as influências ambientais estão relacionadas, principalmente, ao local de análise, iluminação, equipamentos e utensílios (DE VOS, 2010; JACKSON, 2014).

A aceitação sensorial de um produto pelos consumidores é influenciada também por suas preferências individuais, sendo importantes para a escolha de um alimento. As preferências alimentares são produtos da ação conjunta de fatores ambientais e predisposição genética, e podem ser aprendidas e desaprendidas. Entretanto, algumas são inatas, como a preferência por gosto doce e salgado, os quais representam para o organismo alimentos fontes de energia, e desgosto por gosto amargo e ácido, que por sua vez representam alimentos potencialmente tóxicos (BRUG et al., 2008; HOFFMAN et al., 2016).

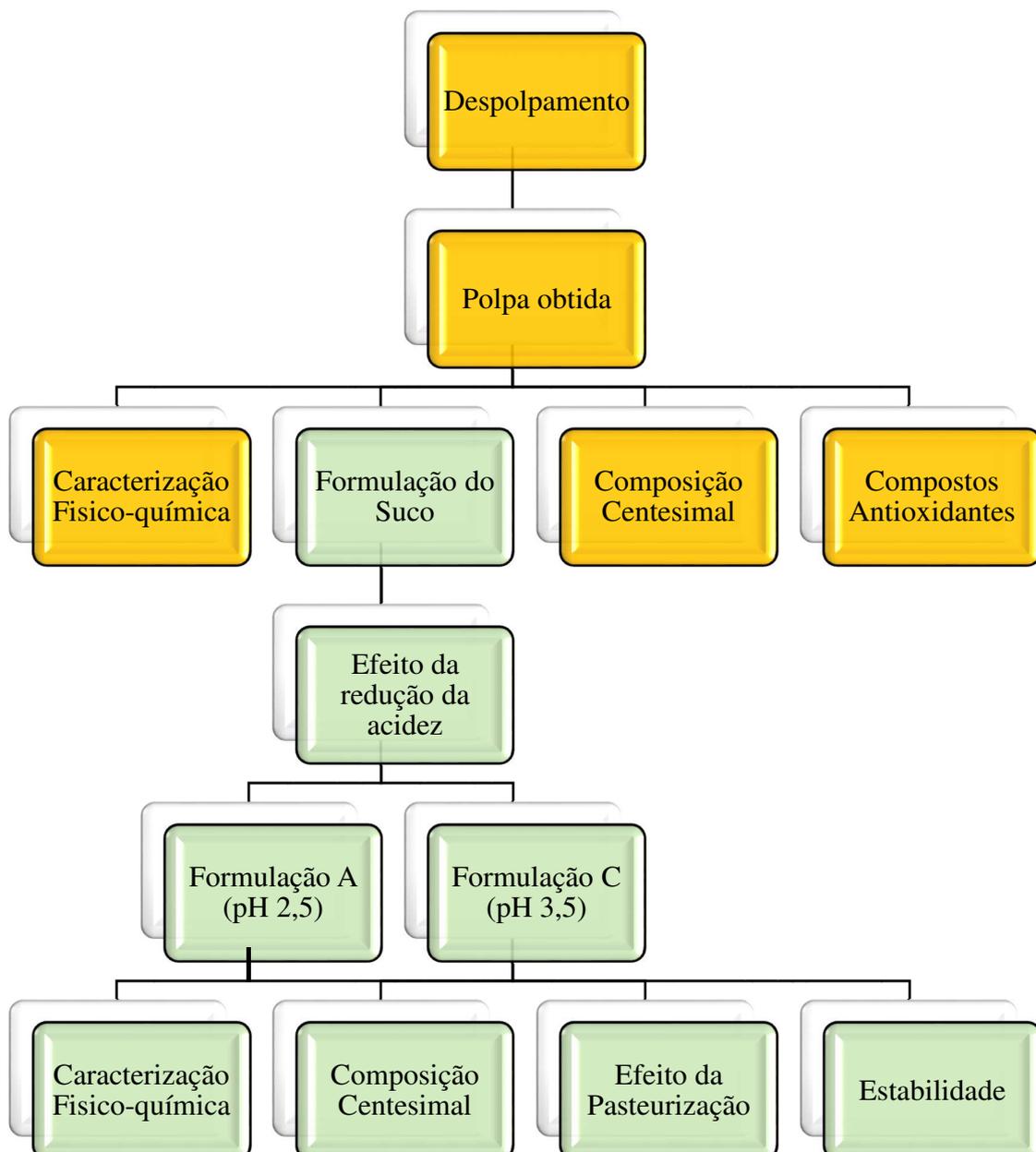
A alta acidez do tamarindo pode ser um fator influenciador na aceitação sensorial de seus produtos. A redução da acidez pode contribuir para melhorar a aceitação dos mesmos, podendo ser analisada por testes afetivos. Na realização dos testes afetivos, a preferência é obtida por inferência mediante uso de escalas, sendo as mais empregadas, a escala hedônica e a escala de intensidade (IAL, 2008; MEILGAARD et al., 2006).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi dividida em duas etapas:

Na primeira etapa (representado em laranja na Figura 3) foi realizado o estudo da influência dos parâmetros físicos no despulpamento do tamarindo, caracterização físico-química e composição centesimal da polpa de tamarindo produzida com frutas de duas safras diferentes (2015 e 2016) e uma amostra comercial, além de análise de compostos fenólicos, ácido ascórbico e atividade antioxidante.

Figura 3 – Fluxograma geral das etapas do projeto



Na segunda etapa (representado em cor verde na Figura 3) foi realizado o estudo do efeito da redução da acidez na aceitabilidade sensorial do suco de tamarindo, sua caracterização físico-química e composição centesimal, além do efeito da pasteurização nos compostos fenólicos, no ácido ascórbico, e na atividade antioxidante do suco. Também foi realizado um estudo da estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial das formulações de suco de tamarindo.

#### **4.1 Matéria-prima**

Os frutos de tamarindo tipo ácido foram recebidos já maduros e descascados, em embalagens plásticas provenientes de produção comercial em Russas, no Estado do Ceará. Foram mantidos em temperatura de congelamento ( $-18 \pm 2$  °C) até serem utilizados para a produção da polpa e do suco.

#### **4.2 Estudo dos parâmetros físicos de despulpamento**

Os parâmetros de despulpamento avaliados foram: proporção fruto: água adicionada; tempo de hidratação e temperatura, sendo o rendimento em polpa do fruto utilizado como variável resposta. Foram realizadas 3 repetições para cada teste.

##### ***4.2.1 Proporção fruto: água adicionada***

Os frutos de tamarindo já descascados (2,0 kg) foram pesados em Becker de plástico e, então, água potável foi adicionada nas proporções (tamarindo: água) de 1:0,5, 1:1,0, e 1:1,5, similares às proporções estudadas por Cáceres, 2003. Em seguida, a mistura foi agitada manualmente por 5 minutos e permaneceu em repouso por 4 horas (tempo determinado em testes preliminares) em temperatura ambiente (25 °C). Finalizada a etapa de repouso, ou seja, o tempo de hidratação, a mistura foi submetida ao processo de despulpa utilizando despulpadeira (Bonina modelo 0.25 dF) com peneira circular com furos de 2,5 mm e batedores rotativos. A polpa obtida foi pesada e o rendimento calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Polpa} - \text{Água adicionada}}{\text{Tamarindo inicial (2 kg)}} * 100 \quad \text{(Equação 1)}$$

Ao final do processo, a polpa obtida foi embalada em embalagens plásticas e armazenada a -18 °C em câmara de congelamento até posterior utilização.

#### **4.2.2 Tempo de hidratação**

O teste ocorreu de maneira similar ao descrito anteriormente (item 4.2.1) com a proporção fruto:água adicionada fixada em 1:1 variando apenas o tempo de hidratação em 2, 4 ou 6 horas, e o rendimento calculado conforme Equação 1.

#### **4.2.3 Temperatura**

Após definição dos parâmetros proporção fruto:água adicionada e tempo de hidratação, foi realizado teste com variação da temperatura do processo.

Os frutos descascados (2,0 kg) foram hidratados com água potável, na proporção 1:1, e a mistura foi aquecida em banho-maria até atingir a temperatura de 50 e de 75 °C, além do tratamento realizado em temperatura ambiente (25 °C), intervalos similares ao estudado por Cáceres, 2003, sendo agitada manualmente por 5 minutos (tempo determinado em testes preliminares). A mistura aquecida permaneceu em repouso mantendo a temperatura pelo tempo de 2 horas. Em seguida, a mistura foi resfriada até temperatura ambiente (25 °C) para posterior despulpamento, que foi realizado conforme metodologia descrita no item 4.2.1. A polpa obtida foi acondicionada em embalagens plásticas e armazenada a -18 °C. O cálculo do rendimento foi realizado conforme Equação 1.

### **4.3 Caracterização físico-química e composição centesimal da polpa de tamarindo**

Foram feitas análises físico-químicas e avaliação da composição centesimal das polpas de tamarindo obtidas a partir de frutos colhidos nas safras de 2015 e 2016, bem como em amostra comercial adquirida em supermercado local (Fortaleza-CE).

#### **4.3.1 Sólidos Solúveis (SS)**

O teor de sólidos solúveis foi determinado através de refratômetro portátil (Atago) conforme descrito pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008), e expresso em °Brix.

#### **4.3.2 pH**

O pH foi determinado em potenciômetro Mettler toledo calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e pH 4,0, conforme descrito pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2016).

#### **4.3.3 Acidez Total (AT)**

A determinação da acidez foi realizada por titulometria, conforme descrito pelo IAL (2008), sendo expresso em  $\text{g.100 g}^{-1}$  de amostra, utilizando ácido tartárico como parâmetro.

#### **4.3.4 Cor**

A cor foi avaliada usando colorímetro (Chroma Meter CR-400, Konica Minolta Sensing Inc.) para determinar as coordenadas de luminosidade  $L^*$  (0; 100), e as coordenadas cromáticas  $a^*$  (-60; +60) variando do verde (-) ao vermelho (+), e  $b^*$  (-60; +60) variando do azul (-) ao amarelo (+).

#### **4.3.5 Umidade**

O teor de umidade foi determinado por diferença gravimétrica, conforme descrito pelo IAL (2008). Amostras foram pesadas (5 g) em cápsula de porcelana e colocadas em estufa com circulação de ar, marca CIENLAB, a 105 °C até obtenção de peso constante, sendo os resultados expressos em  $\text{g.100 g}^{-1}$  de amostra.

#### **4.3.6 Cinzas**

O teor de cinzas foi determinado pela calcinação da amostra (1 g) em mufla Quimis, a 540 °C por 5 h, seguindo metodologia da AOAC (2016). Os resultados foram expressos em % de cinzas da amostra.

#### **4.3.7 Proteínas**

O conteúdo de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl conforme descrito pela AOAC (2016), sendo o valor de 6,25 utilizado como fator de conversão em proteína bruta. Os resultados foram expressos em  $\text{g.100 g}^{-1}$  de amostra.

#### **4.3.8 Lipídeos**

O teor de lipídeos foi determinado de acordo com o método Am 5-04 da American Oil Chemists' Society (AOCS, 2005), usando sistema de extração sob alta pressão e alta temperatura em equipamento XT-15 Ankom (ANKOM, 2009).

Aproximadamente 1,0 grama da amostra foi submetida a extração contínua com hexano por 1 hora, sendo o teor de lipídeos calculado a partir da subtração da massa de lipídio removida pelo sistema. Os resultados foram expressos em  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de amostra.

#### **4.3.9 Carboidratos**

Os teores de carboidratos foram determinados por diferença conforme metodologia descrita pela AOAC (2016), através da equação:

$$\%FG = 100 - (U + EE + P + C) \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde: FG é a fração glicídica (%), U é a umidade, EE é o extrato etéreo (%), P é a proteína (%), e C são as cinzas (%).

### **4.4 Compostos antioxidantes e atividade antioxidante total da polpa de tamarindo**

Foram determinados o conteúdo de polifenóis extraíveis totais (PET) e de ácido ascórbico, bem como a atividade antioxidante total (AAT) da polpa de tamarindo obtida a partir de frutos colhidos nas safras de 2015 e 2016, e da amostra comercial.

#### **4.4.1 Atividade antioxidante total (AAT) e Polifenóis extraíveis totais (PET)**

Para determinação da atividade antioxidante total e do conteúdo de polifenóis extraíveis totais, foi inicialmente realizada a obtenção do extrato. Soluções extratoras de metanol 50% e acetona 70% foram utilizadas, conforme metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) com adaptação, sendo incluído tempo de 20 minutos de banho ultrassom Ultrasonic cleaner USC-1450-Unique após adição de cada solvente.

A AAT foi determinada pelo método da captura do radical 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS<sup>•+</sup>) conforme metodologia descrita por RE *et al.* (1999) e adaptado por Rufino *et al.* (2007). A análise foi realizada em ambiente escuro. Foi utilizada uma alíquota de 30  $\mu\text{L}$  de cada diluição dos extratos (400.000, 250.000 e 100.000 ppm) para reagir com 3 mL da solução resultante do radical ABTS<sup>•+</sup>. Após 6 minutos na ausência de luz, as absorbâncias foram medidas em espectrofotômetro a 734 nm, sendo

utilizado como referência uma curva padrão de Trolox (6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico) variando de 100 a 2000  $\mu\text{M}$ . Os resultados foram expressos como capacidade antioxidante equivalente ao Trolox ( $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$  de amostra).

O conteúdo de PET foi determinado conforme metodologia descrita por OBANDA & OWUOR (1997). Em tubos de ensaio foram adicionados alíquotas de 0,5 mL do extrato preparado, 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (1:3), 1,0 mL de  $\text{NaCO}_3$  20 % e 1,0 mL de água destilada, sendo em seguida homogeneizados e deixados em repouso por 30 min na ausência de luz. Depois do decorrido tempo de reação, a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro Agilent technologies Cary-60 UV-Vis, a 700 nm, usando como referência curva padrão de ácido gálico, com pontos de concentração variando de 0, 10, 20, 30, 40 e 50  $\mu\text{g}$ , e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico.100  $\text{g}^{-1}$  da amostra.

#### **4.4.2 Ácido ascórbico**

Foi quantificado utilizando método de titulometria com solução de DFI (2,6 diclorofenolindofenol a 0,02 %) até coloração rósea clara permanente, utilizando-se 10 ml de polpa diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5 % de acordo com Strohecker e Henning (1967).

#### **4.5 Aplicação de questionário online**

Foi realizado levantamento do consumo de tamarindo e possíveis soluções que possam contribuir para sua aceitação por meio de questionário online divulgado em redes sociais, com um total de 196 respostas oriundas de todas as regiões do Brasil, com maior concentração no Nordeste. O questionário continha as seguintes perguntas: (1) Gênero; (2) Faixa etária; (3) Região; (4) Você conhece tamarindo? (5) Você consome tamarindo? (6) Qual a forma de consumo? (7) Qual a frequência de consumo? (8) Qual o motivo do não consumo e/ou baixa frequência de consumo? (9) Se fosse possível reduzir a acidez do produto, você consumiria? (10) Se existisse uma maior disponibilidade de produtos de tamarindo no mercado, você consumiria?

#### **4.6 Efeito da redução da acidez na aceitabilidade sensorial**

Foram preparadas quatro formulações de suco de tamarindo em uma proporção de 10 g de sólidos totais para 100 g de suco, proporção determinada por Passos, 2017 ao estuar o índice

glicêmico do tamarindo. As formulações preparadas variaram em função do pH, sendo o ajuste feito com uso de hidróxido de potássio (KOH) 15 %. A variação de pH foi realizada como a seguir: Formulação controle (A) com pH 2,5, formulação (B) com pH 3,0, formulação (C) com pH 3,5, e formulação (D) com pH 4,0.

#### 4.6.1 Preparo das formulações

Para obter a proporção desejada de 10 g de sólidos totais para 100 g de suco, fez-se necessário o cálculo da quantidade de polpa a ser utilizada na formulação, de acordo com sua umidade previamente determinada, através da Equação 3.

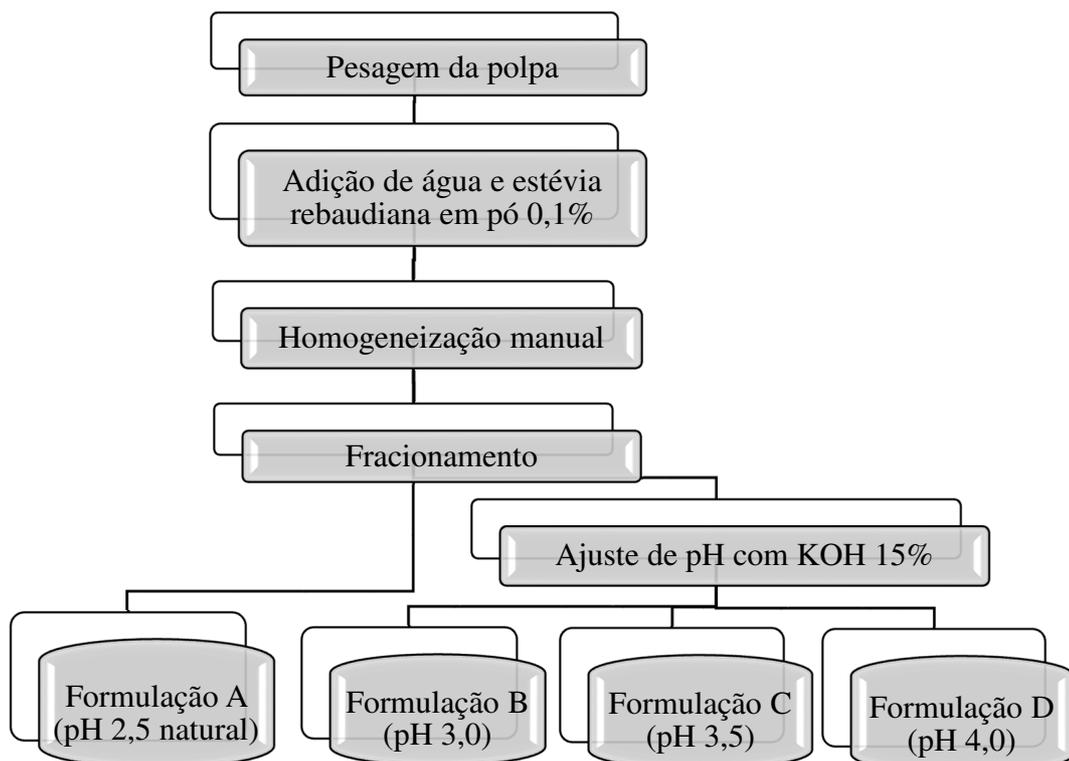
$$Q_{polpa} (Kg) = \frac{V_{suco} (L) * 10}{100 - U_{polpa} (\%)} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde,  $Q_{polpa}$  é a quantidade de polpa, em Kg, necessária para formulação do suco;  $V_{suco}$  é o volume final em L de suco desejado; e  $U_{polpa}$  é a umidade da polpa em %. Uma vez determinada a quantidade de polpa a ser utilizada na formulação, foi calculado o volume de água através da Equação 4:

$$V_{suco} (L) = Q_{polpa} (Kg) + V_{água} (L) \quad \text{Equação (4)}$$

Onde,  $V_{água}$  corresponde ao volume de água necessário para completar a formulação do suco. O preparo das formulações seguiu o fluxograma apresentado na Figura 4:

Figura 4 – Preparação de formulações de suco de tamarindo em pH 2,5, 3,0, 3,5 e 4,0.



Após pesagem da polpa de tamarindo, foi adicionado água e 0,1 % de estévia (*Stevia rebaudiana*, Bert) (proporção definida após testes preliminares para evitar residual amargo) sobre o volume total, e realizada homogeneização manual do suco. Este foi então fracionado em quatro partes iguais para posterior ajuste de pH com hidróxido de potássio (KOH) 15% em potenciômetro.

As formulações preparadas foram pasteurizadas em trocador de calor tubular (Armfield FT74) à 85 °C, utilizando vazão e tubo de retenção para 30 segundos. O envase foi feito a quente (*hot fill*) em garrafas de vidro de 210 mL, previamente higienizadas com cloro ativo (100 mg.L<sup>-1</sup>), e fechamento com tampa plástica rosqueável. As garrafas foram deitadas para pasteurização da tampa por 3 minutos, resfriadas em banho de água, identificadas e armazenadas a ±5 °C em câmara de refrigeração.

#### **4.6.2 Análise sensorial**

A análise sensorial foi realizada com 93 provadores não treinados, de ambos os sexos e ampla faixa etária. Os testes foram realizados em cabines individuais climatizadas (24 °C), iluminadas com lâmpadas fluorescentes. Cada provador recebeu um copo de plástico codificado com números aleatórios de três dígitos, contendo cerca de 30 mL da amostra à temperatura de aproximadamente 15 °C, sendo instruído a consumir biscoito e água entre as amostras para limpeza do palato.

Foram aplicados testes afetivos de aceitação global com uso de escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de “Desgostei muitíssimo (1)” até “Gostei muitíssimo (9)”. Além disso, foi feito o diagnóstico quanto a intensidade dos seguintes atributos: sabor de tamarindo, sabor de terra, gosto ácido, gosto doce, gosto amargo, granulosidade na boca e residual amargo, utilizando escala de 7 pontos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006). O modelo da ficha sensorial aplicada encontra-se no Anexo I. Os protocolos dos testes sensoriais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Ceará sob parecer n° 147.279, de acordo com a Resolução 466/2012 (BRASIL, 2012).

#### **4.7 Caracterização físico-química e composição centesimal do suco de tamarindo**

Foram feitas análises físico-químicas (SS, pH, AT) e composição centesimal do suco de tamarindo controle (Formulação A) e do suco com ajuste de pH com melhor aceitação após

análise sensorial, conforme descrito na sessão 4.3. Foram realizadas também análises de fibras e cor conforme descrito a seguir:

#### **4.7.1 Cor**

A cor foi avaliada conforme descrito em 4.3.4 utilizando os valores das coordenadas para calcular a diferença total de cor ( $\Delta E$ , Equação 5).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad \text{Equação (5)}$$

Os resultados de  $\Delta E$  foram comparados com as faixas definidas por Mokrzycki & Tatol (2011), que indicam os limites de capacidade de observar a diferença de cor por provadores, sendo:

- $0 < \Delta E < 1$  – não são observadas diferenças entre as amostras;
- $1 < \Delta E < 2$  – somente pessoas treinadas observam as diferenças;
- $2 < \Delta E < 3,5$  – pessoas sem treinamento também observam as diferenças;
- $3,5 < \Delta E < 5$  – as diferenças são claramente observadas;
- $5 < \Delta E$  – as pessoas observam duas diferentes cores entre as amostras

#### **4.7.2 Fibras**

Os teores de fibra solúvel, insolúvel e alimentar total foram determinados através de método enzimático-gravimétrico. Os resultados foram expressos em  $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (AOAC, 2016).

### **4.8 Efeito da pasteurização nos compostos antioxidantes e na atividade antioxidante**

Foram realizadas análises de atividade antioxidante total pelo método ABTS, conteúdo de polifenóis extraíveis totais e ácido ascórbico do suco de tamarindo controle (formulação A) e do suco com pH 3,5 (formulação C), conforme metodologias descritas na sessão 4.4.

### **4.9 Estabilidade do suco de tamarindo**

O teste de estabilidade durante o armazenamento foi realizado em temperatura ambiente ( $\sim 28^\circ\text{C}$ ), sem controle de iluminação, simulando condição de uma prateleira de supermercado durante 180 dias. As amostras foram analisadas após o processamento e nos períodos de 20, 50,

80, 130 e 180 dias. Foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas, cor e aceitação sensorial.

#### ***4.9.1 Estabilidade físico-química e de cor***

As metodologias de análises físico-químicas (pH, SS, AT, umidade e cor), utilizadas em cada coleta, foram as mesmas descritas na sessão 4.3.

Para a diferença total de cor ( $\Delta E$ , Equação 5), foi comparada a medida obtida no tempo de armazenamento em avaliação com os valores obtidos no tempo zero, logo após o processamento.

#### ***4.9.2 Estabilidade sensorial***

A análise sensorial em cada tempo foi aplicada seguindo metodologia descrita na sessão 4.6.2, com 52 provadores.

#### ***4.9.3 Estabilidade microbiológica***

A qualidade microbiológica das amostras de suco de tamarindo foi avaliada pela contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos, fungos filamentosos e leveduras, coliformes fecais, *E. coli* e pesquisa de *Salmonella* spp., conforme descrito no Food Drug Administration's Bacteriological Analytical Manual (ANDREWS et al., 2017; FENG et al., 2016; MATURIN, PEELER, 2001; TOURNAS et al., 2001).

Os resultados foram expressos em Unidade Formadora de Colônias (UFC)/mL para microrganismos aeróbios mesófilos, *E. coli* e fungos filamentosos e leveduras, e em Número Mais Provável (NMP)/mL para coliformes fecais. Para *Salmonella*, o resultado foi expresso em ausência/25mL de bebida.

As análises foram realizadas em três repetições, com coleta de alíquotas de três embalagens em cada tempo avaliado.

#### **4.10 Análise estatística**

Para o estudo do despulpamento foi realizado análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando-se planilha eletrônica (software Excel – Microsoft 2013).

Os resultados obtidos para análise sensorial referente ao tópico 4.6.2 foram analisados pelo programa estatístico *Statistical Analysis System for Windows SAS* versão 9.1 (2006) por meio de análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância.

Os resultados das determinações físico-químicas e compostos antioxidantes foram avaliados utilizando-se planilha eletrônica (software Excel – Microsoft 2013), todas as análises foram realizadas em triplicata.

Na avaliação de estabilidade físico-química e sensorial dos sucos, foi realizada análise de regressão linear utilizando planilha eletrônica (software Excel – Microsoft 2013), e foram consideradas como significativas as regressões com  $p < 0,05$ , sendo então apresentadas nos gráficos apenas quando significativas.

Para as análises microbiológicas, foi observada a adequação à legislação vigente (ANVISA, 2001).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Estudo dos parâmetros físicos de despulpamento

#### 5.1.1 Proporção fruto: água adicionada

De acordo com os resultados obtidos e apresentados na Tabela 2, as proporções de 1:1 e 1:1,5 apresentaram maior rendimento, o que pode estar relacionado com uma maior resistência à mistura devido à menor quantidade de água disponível na proporção 1:0,5, refletindo em uma operação mais trabalhosa que dificultou o processo de despulpamento do tamarindo.

**Tabela 2** - Rendimento em polpa de tamarindo após despulpamento com diferentes proporções de água adicionada.

Proporção tamarindo: água adicionada	Rendimento em polpa (%)
1:0,5	39,1b $\pm$ 2,01
1:1,0	49,2a $\pm$ 2,12
1:1,5	48,0a $\pm$ 3,20

N = 3. Letras diferentes na vertical indicam que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

Considerando que a indústria busca por processo com menor custo, a utilização de menor quantidade de água para o despulpamento do tamarindo, bem como o não comprometimento do rendimento em polpa do fruto, são de grande interesse. Com os resultados obtidos indica-se a utilização de uma proporção tamarindo:água de 1:1 como mais adequada, dentro das condições estudadas. Além disso, a quantidade de água sugerida facilita uso posterior em processos de secagem, como a liofilização, assim como no transporte e armazenamento da polpa devido à redução de volume com uma menor adição de água na sua produção.

### 5.1.2 Tempo de hidratação

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, observou-se que o rendimento da polpa não foi influenciado pelos tempos de hidratação testados.

**Tabela 3** - Rendimento em polpa de tamarindo após despulpamento com diferentes tempos de hidratação.

Tempo de hidratação	Rendimento em polpa (%)
2 horas	52,3a ± 3,41
4 horas	50,1a ± 1,76
6 horas	47,1a ± 4,91

N = 3. Letras diferentes na vertical indicam que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

O tempo é uma variável de suma importância para a produtividade de uma indústria alimentícia, que requer tempos mais curtos de processo, desta forma, o tempo de hidratação de 2 horas foi o mais adequado para o despulpamento do tamarindo, dentro das condições estudadas, apresentando rendimento médio entre 47,1 e 52,3% ( $p > 0,05$ ).

### 5.1.3 Temperatura

Após definição dos parâmetros de despulpamento de proporção de água adicionada (1:1) e tempo de hidratação (2 horas), foram realizado testes com a variação da temperatura. As médias dos rendimentos do despulpamento em relação as temperaturas de processo estão apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4** - Rendimento em polpa de tamarindo após processamento em diferentes temperaturas.

Temperatura	Rendimento em polpa (%)
25 °C	43,4a ± 1,85
50 °C	37,8b ± 1,72
75 °C	41,3ab ± 0,25

N = 3. Letras diferentes na vertical indicam que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

Os testes de temperatura apresentaram diferença estatística significativa a nível de 5 % para os tratamentos a 25 e 50 °C com rendimentos de 43,4 e 37,8 %, respectivamente. Já o tratamento a 75 °C apresentou rendimento intermediário, sem diferir significativamente ( $p > 0,05$ ) em relação aos outros tratamentos.

Em relação ao menor rendimento apresentado pelo processo com hidratação a 50 °C, este possivelmente pode ser justificado pelo intumescimento superficial das fibras, mas sem a gelificação, dificultando a hidratação e liberação das fibras próximas à semente. Cáceres (2003) obteve rendimento em polpa de 67,75%, sem descontar a água adicionada, sendo por esse motivo superior ao deste estudo quando o despulpamento do tamarindo foi realizado a temperatura ambiente, sugeriu ser mais adequado quando comparado às temperaturas de 50 e 70 °C, comportamento similar ao encontrado neste estudo.

Com base nos resultados observados para o estudo de rendimento em polpa do processo de despulpa do tamarindo, sugere-se como mais adequado o processo realizado com adição de água na proporção de 1:1, com tempo de hidratação de 2 horas e temperatura ambiente (25 °C).

## 5.2 Caracterização físico-química e composição centesimal da polpa de tamarindo

De acordo com os resultados apresentados na tabela 5, a polpa produzida com frutos da safra de 2015, diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) em todos os parâmetros físico-químicos e de composição, daquela produzida com frutos da safra de 2016, com exceção do pH que permaneceu similar. No entanto, essas diferenças são pequenas e podem estar relacionadas com uma variação de composição e características físico-químicas apresentadas naturalmente pelo tamarindo, sendo oriundo de condições edafo-climáticas e aspectos pós-colheita (PEREIRA et al., 2011).

As médias de pH das polpas de tamarindo situaram-se em uma faixa correspondente à característica ácida esperada para frutos devido a presença de ácidos orgânicos, com o ácido tartárico em destaque para tamarindo. Contudo, o pH da polpa comercial foi levemente superior às polpas produzidas, fato também associado com o teor de umidade elevado, e evidenciado pela menor acidez apresentada pela polpa comercial.

Canuto et al. (2010) analisaram polpa de tamarindo com 75 % de umidade e obtiveram pH 2,5 e conteúdo de sólidos solúveis (SS) de 24,0 °Brix, demonstrando similaridade com os resultados obtidos neste trabalho. Já Santos et al. (2016) observaram variação de 7,0 a 12,0 °Brix analisando o conteúdo de SS para polpas comerciais de tamarindo, resultado similar ao encontrado no presente estudo.

**Tabela 5** – Caracterização físico-química e composição centesimal da polpa de tamarindo.

<b>Caracterização</b>	Polpa de tamarindo	Polpa de tamarindo	Polpa
<b>Físico-química</b>	Safra 2015	Safra 2016	Comercial
Análise	Médias + DP		
pH	2,36b ± 0,03	2,42b ± 0,02	2,55a ± 0,03
Acidez total (g.100g <sup>-1</sup> )	5,86b ± 0,08	7,85a ± 0,07	3,58c ± 0,10
Sólidos solúveis (°Brix)	26,07b ± 0,29	28,37a ± 0,64	10,00c ± 0,95
Cor L*	41,01b ± 0,01	40,61c ± 0,03	44,29a ± 0,07
Cor a*	11,27a ± 0,02	9,85b ± 0,07	8,62c ± 0,04
Cor b*	22,16a ± 0,02	19,49c ± 0,28	20,83b ± 0,02
<b>Composição centesimal</b>			
Umidade (g.100g <sup>-1</sup> )	70,33b ± 0,20	68,38c ± 0,33	82,99a ± 0,16
Proteínas (g.100g <sup>-1</sup> )	1,06b ± 0,03	1,64a ± 0,06	0,65c ± 0,03
Lipídios (g.100g <sup>-1</sup> )	0,10c ± 0,02	0,59a ± 0,04	0,20b ± 0,04
Cinzas (g.100g <sup>-1</sup> )	0,99b ± 0,06	1,17a ± 0,05	0,33c ± 0,03
Carboidrato total	27,52b ± 0,26	28,22a ± 0,28	15,84c ± 0,19

N = 3. Letras diferentes na horizontal indicam que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

Os parâmetros de cor para as três polpas estudadas apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ), com valores médios de L\* entre 40 e 45, de a\* entre 8 e 12, e de b\* entre 19 e 23, ou seja, as polpas de tamarindo revelaram-se claras, com coordenadas que tenderam ao vermelho e ao amarelo.

As análises de composição centesimal confirmaram que o macronutriente encontrado em maior concentração na polpa de tamarindo, após a água, foram os carboidratos, os quais corresponderam a uma grande percentagem dos sólidos totais.

De acordo com os resultados, observou-se que as polpas produzidas com a adição de água na proporção de 1:1 fruto: água apresentaram melhor qualidade nutricional, quando comparadas com a polpa comercial, devido a maior concentração dos nutrientes.

### 5.3 Compostos antioxidantes e atividade antioxidante total da polpa de tamarindo

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos para as análises de AAT, polifenóis extraíveis totais (PET) e ácido ascórbico.

**Tabela 6** - Conteúdo de polifenóis totais, ácido ascórbico e atividade antioxidante total da polpa de tamarindo.

	Polpa de tamarindo Safra 2015	Polpa de tamarindo Safra 2016	Polpa Comercial
	Valores	Valores	Valores
Ácido ascórbico <sup>1</sup>	3,96 <sup>b</sup> ± 0,00	5,24 <sup>a</sup> ± 0,46	2,49 <sup>c</sup> ± 0,00
AAT <sup>2</sup>	3,36 <sup>a</sup> ± 0,17	3,71 <sup>a</sup> ± 0,12	2,82 <sup>b</sup> ± 0,23
PET <sup>3</sup>	80,04 <sup>a</sup> ± 4,15	95,10 <sup>a</sup> ± 8,91	79,71 <sup>a</sup> ± 6,39

<sup>1</sup>Expresso em mg.100g<sup>-1</sup> em base úmida. <sup>2</sup>Atividade antioxidante total - expressa em µM equivalente ao Trolox.g<sup>-1</sup>. <sup>3</sup>Polifenóis extraíveis totais - expresso em mg equivalente ao ácido gálico.100g<sup>-1</sup>. Letras diferentes na horizontal indicam que houve diferença significativa (p < 0,05) entre os tratamentos.

As polpas produzidas apresentaram valores superiores a polpa comercial utilizada neste estudo, com a polpa produzida com frutos da safra de 2016 apresentado maior média. A variação no conteúdo de ácido ascórbico pode estar relacionada com os procedimentos utilizados na produção da polpa, assim como fatores ambientais relacionados com o plantio, colheita e armazenamento (GONÇALVES, 2008). O ácido ascórbico é um composto facilmente degradado e o processamento pode agir como facilitador dessa degradação. No entanto, o conteúdo de ácido ascórbico encontrado nas polpas de tamarindo estão aquém da ingestão diária recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2004) que indica consumo de 45 a 75 mg por dia em adultos, e ainda inferiores à outros frutos como acerola (1347,23 mg.100g<sup>-1</sup>) e camu-camu (854,01 mg.100g<sup>-1</sup>) (PEREIRA et al., 2015). O tamarindo é um fruto pobre em vitamina C como constatado por Gonçalves, (2008), que realizou cromatografia líquida de alta

eficiência (CLAE) para determinar o teor de ácido ascórbico em diferentes frutos, porém para tamarindo não foi detectado a presença do composto.

O conteúdo de polifenóis extraíveis totais encontrados foram de 80,04, 95,1 e 79,71 mg equivalente ao ácido gálico.100g de polpa<sup>-1</sup> para a polpa da safra de 2015, 2016 e comercial, respectivamente. Estes valores são superiores aos encontrados por Vieira et al., (2011), cujos valores foram de 23,57 e 23,35 mg equivalente ao ácido gálico.100g de polpa<sup>-1</sup> para extrato aquoso e extrato hidroalcoólico, respectivamente. Almeida et al. (2011) obtiveram teor de polifenóis extraíveis totais de 83,8 mg GAE.100g<sup>-1</sup> para tamarindo *in natura*. Essas discrepâncias nos valores podem ser influenciadas por diferenças na metodologia de extração dos compostos, solvente extrator, além de fatores ambientais, formas de processamento e armazenamento dos frutos. Apesar de não apresentar alto conteúdo de polifenóis, o tamarindo pode somar com a ingestão desses compostos fenólicos proveniente de outros alimentos, e assim contribuir para o benefício da saúde do consumidor.

A atividade antioxidante total obtida no presente estudo encontrou-se em similaridade com o encontrado por Canuto et al. (2010), cujo valor foi de 2,9  $\mu\text{M eq. ao Trolox.g}^{-1}$ , e abaixo do encontrado por Almeida et al. (2011), com valor de 8,32  $\mu\text{M eq. ao Trolox.g}^{-1}$ . Não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as safras 2015 e 2016, com ambas apresentando atividade antioxidante superior à polpa comercial, podendo estar relacionado com o conteúdo de ácido ascórbico como principal componente antioxidante. Os valores encontrados foram aproximadamente 10 vezes menores que aqueles encontrados para frutos conhecidos por apresentar alta atividade antioxidante, como acerola e camu-camu, cujos valores foram 36,88 e 33,75  $\mu\text{M eq. ao Trolox.g}^{-1}$ , respectivamente (PEREIRA et al., 2015).

#### **5.4 Respostas à pesquisa de opinião em relação ao tamarindo**

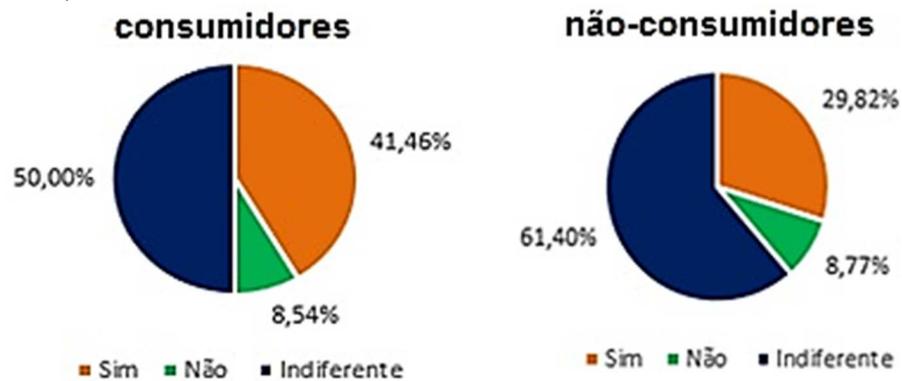
A pesquisa de opinião obteve um total de 196 respostas, das quais 62,7% corresponderam ao público feminino, e 49,5% na faixa etária de 18 a 25 anos. A região Nordeste concentrou o maior número de respostas (61,7%), seguido pela região Sudeste (28,6%). Além disso, 80,6% declararam conhecer o fruto, embora apenas 41,8% indicaram ser consumidores. Destes, 82,9% o consomem na forma de suco, 19,5% consomem o fruto *in natura*, e 4,9% consomem de outras formas (bala, doce, sorvete, dentre outros).

A frequência de consumo entre os respondentes foi baixa, de apenas 14,7% (somatório de respostas de consumo semanal, quinzenal e mensal), e como justificativa a baixa disponibilidade no mercado (100 respostas, 51,0%) e a alta acidez (25 respostas, 12,7%).

Quanto à disponibilidade no mercado, 44,4% responderam que consumiriam o tamarindo e seus produtos, e 45,4% que “talvez” consumissem, ou seja, o desenvolvimento de produtos de tamarindo pode estimular e alavancar seu consumo e contribuir para a superação deste desafio no mercado.

Quanto ao questionamento: “Se fosse possível reduzir a acidez do produto, você consumiria?”, houveram 68 respostas para “sim”, 111 para “indiferente”, e apenas 17 para “não”, mostrando que um tratamento para redução da acidez do tamarindo pode ser uma estratégia para um aumento do seu consumo de forma geral. Ao analisarmos separadamente as respostas de consumidores e não consumidores em relação à redução da acidez (Figura 5) observamos que, mesmo entre os “consumidores” de tamarindo, um percentual elevado consumiria o suco de tamarindo com acidez parcialmente neutralizada.

Figura 5 - Respostas de consumidores e não consumidores de tamarindo à pergunta “Se possível reduzir a acidez, você consumiria?”



Portanto, a redução da acidez contribuiria para o aumento da frequência de consumo, ainda que a maioria se posicione com indiferença ao tratamento. Entre os que responderam que não consumiriam (8,5% e 8,7%, para consumidores e não-consumidores, respectivamente), pode ser relacionado a consumidores que gostam da elevada acidez do tamarindo, no primeiro caso, os consumidores, enquanto que entre os não-consumidores ao fato de não gostarem do sabor característico do tamarindo, independente da acidez.

### 5.5 Efeito da redução da acidez na aceitabilidade sensorial

Os resultados da avaliação sensorial de aceitação global, estão apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 7** – Aceitação global para suco de tamarindo com neutralização parcial da acidez em três níveis.

Tratamento	Aceitação Global
Formulação A (pH 2,5)*	4,6c
Formulação B (pH 3,0)	5,5b
Formulação C (pH 3,5)	6,1a
Formulação D (pH 4,0)	6,0ab

Número de provadores (n) = 93; Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa para teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). \*Formulação controle (sem ajuste de pH).

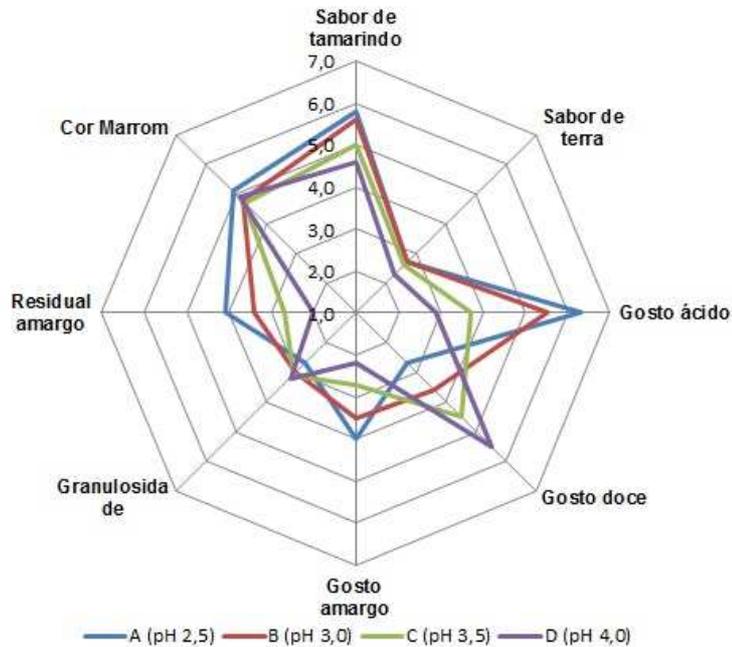
Pode-se observar que as formulações C e D apresentaram maiores médias para aceitação global, 6,1 e 6,0, respectivamente, embora a formulação D não tenha diferido significativamente ( $p < 0,05$ ) da formulação B em termos de aceitação. Além disso, todos os sucos que tiveram sua acidez reduzida apresentaram médias maiores de aceitação global quando comparados ao suco sem tratamento (Formulação A), apresentando diferença significativa ( $p < 0,05$ ), dos tratamentos menos ácidos, indicando ser recomendada a redução da acidez para aumento da aceitação sensorial.

Lee et al. (2009) avaliaram suco de tamarindo e obtiveram aceitabilidade global similar à obtida neste trabalho para o tratamento com pH 2,5, com nota próximo a “nem gostei, nem desgostei”, utilizando escala de 7 pontos. Sucos com elevada acidez de frutas tropicais produzidos por Dionisio et al. (2016) e Pereira et al. (2015) também apresentaram aceitabilidade similar a este trabalho, sendo indicado por Vidigal et al. (2011) que a alta acidez e sabor exótico dessas frutas prejudicam sua aceitabilidade sensorial.

A avaliação da intensidade de atributos em função dos tratamentos é apresentada na Figura 6 e permitiu observar que o atributo “sabor característico de tamarindo” tem menor intensidade à medida que se reduz a acidez do suco, o que pode ser verificado pelos escores médios para o atributo, ainda que a formulação B não tenha sido significativamente diferente ( $p > 0,05$ ) do controle A. No entanto, apenas a formulação D se encontra em uma zona intermediária de intensidade para o atributo, com média 4,6, em uma escala de 7 pontos, indicando como não adequada. A formulação C, apesar de diferir do controle, ainda apresentou forte sabor característico de tamarindo, em conjunto com a maior aceitação global.

Os atributos “sabor de terra” e “granulosidade na boca” apresentaram médias na região correspondente ao “fraco” para todas as formulações.

Figura 6 - Diagnóstico de intensidade de atributos das formulações de suco de tamarindo.



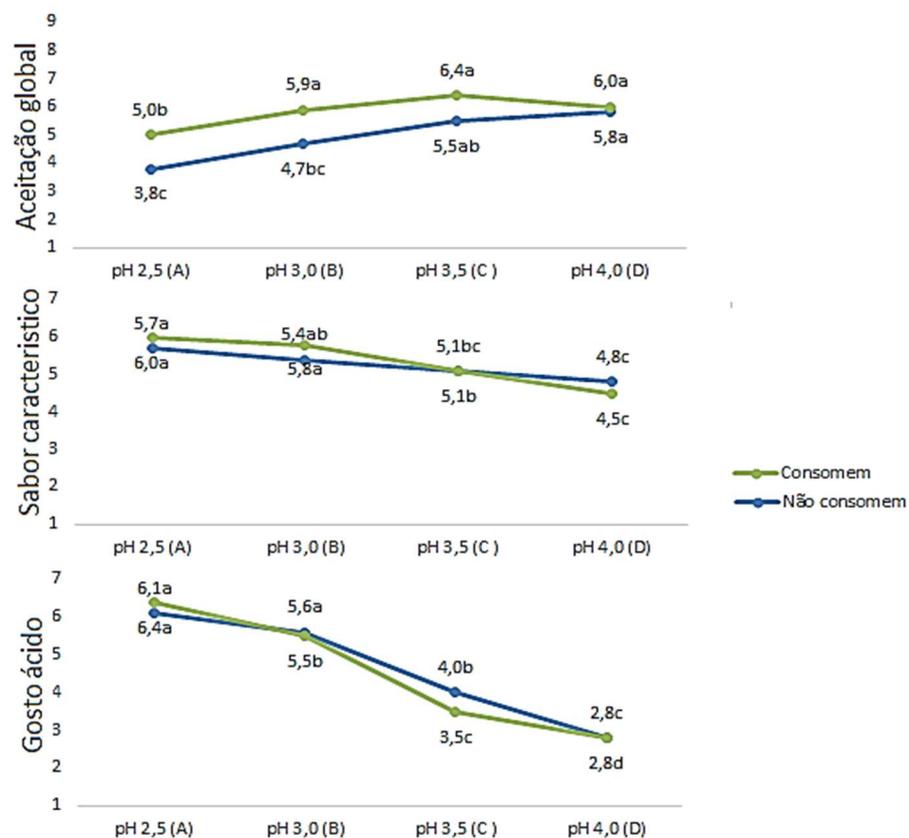
As respostas médias para a intensidade do gosto ácido apresentaram resultados coerentes com o tratamento realizado em cada formulação. Houve diferença significativa entre as quatro formulações, de acordo com o aumento do pH, e a consequente redução da acidez, as médias de intensidade para o atributo “gosto ácido” diminuíram de “forte” para “fraco”, enquanto para o atributo “gosto doce” houve comportamento inverso. Com relação à intensidade dos atributos “gosto amargo” e “residual amargo”, observa-se tendência similar ao gosto ácido, sendo menor a intensidade destes com a redução da acidez.

Buscando-se ampliar a avaliação, foi efetuada a estratificação das respostas dos provadores, entre “consumidores” e “não consumidores” de suco de tamarindo, a fim de auxiliar na escolha do melhor nível de ajuste de pH. O total de respostas do grupo de “consumidores” e “não consumidores” foram de 56 e 32, respectivamente. Na Figura 7 são apresentados os resultados da estratificação, e, avaliando-se os gráficos, observou-se que para os “consumidores”, todos os tratamentos com redução da acidez estão com escores maiores que 5, na faixa de aceitação, e sendo observado que a redução da acidez levou à melhoria para a aceitação global ( $p < 0,05$ ). De forma similar, as respostas dos “não consumidores”, os tratamentos C e D apresentaram melhores médias de aceitação global, saindo dos escores de rejeição (menor que 5) e indo para escores de aceitação (maior que 5).

Com relação ao atributo “sabor característico de tamarindo”, as respostas indicam uma diminuição da intensidade conforme diminui a acidez, para ambos os grupos. Para o grupo de consumidores, apenas a formulação B não apresentou diferença significativa em relação ao

controle, e a formulação C diferiu do controle mas ainda com intensidade média de 5,1. Já a formulação D apresentou intensidade intermediária para o sabor característico, não sendo interessante para o suco. As respostas para não consumidores foram semelhantes ao grupo de consumidores, também com intensidade superior a 5 para o tratamento C, indicando ser este um limite para uma suficiente neutralização da acidez.

Figura 7 - Estratificação das respostas dos provadores como “consumidores” e “não consumidores” de suco de tamarindo para a aceitabilidade global, sabor característico de tamarindo e sabor ácido.



Letras diferentes seguindo as médias, indicam diferença significativa em teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em relação à intensidade do gosto ácido, os grupos de consumidores apresentaram respostas coerentes aos tratamentos, e foram capazes de detectar diferenças ( $p < 0,05$ ). Apenas a comparação dos tratamentos A e B não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) nas respostas do agrupamento de não consumidores.

Desta forma, entre as formulações com acidez reduzida, a formulação C com pH 3,5, se mostrou mais adequada ao processamento, promovendo melhoria da qualidade sensorial do suco de tamarindo tornando o suco atrativo tanto para consumidores, quanto para não consumidores.

## 5.6 Caracterização físico-química e composição centesimal do suco de tamarindo

Com os resultados da análise sensorial, a formulação C foi escolhida para desenvolvimento e estudo em conjunto com a formulação controle A, e a Tabela 8 apresenta os resultados obtidos para a caracterização físico-química e composição centesimal de ambas.

**Tabela 8** - Parâmetros físico-químicos, cor e composição dos sucos de tamarindo, controle (A) e neutralizado a pH 3,5 (C).

Análise	Formulação A	Formulação C
pH	2,57b ± 0,02	3,82a ± 0,02
Acidez total (g.100 g <sup>-1</sup> )	2,21a ± 0,02	1,24b ± 0,04
Sólidos solúveis (°Brix)	9,10a ± 0,00	7,87b ± 0,06
Cor L*	43,60a ± 0,05	43,51a ± 0,07
Cor a*	3,86b ± 0,02	6,28a ± 0,06
Cor b*	20,15a ± 0,03	20,39a ± 0,55
$\Delta E$		2,5
<b>Composição centesimal</b>		
Umidade (g.100g <sup>-1</sup> )	90,02a ± 0,11	89,76a ± 0,13
Proteínas (g.100g <sup>-1</sup> )	0,44a ± 0,01	0,47a ± 0,02
Lipídios (g.100g <sup>-1</sup> )	0,17a ± 0,09	0,12a ± 0,06
Cinzas (g.100g <sup>-1</sup> )	0,28b ± 0,08	1,01a ± 0,09
Carboidratos totais (g.100g <sup>-1</sup> )	9,08a ± 0,17	8,71a ± 0,01
Fibra Alimentar Total (g.100g <sup>-1</sup> )	5,60	5,50
Fibra Solúvel (g.100g <sup>-1</sup> )	2,70	3,20
Fibra Insolúvel (g.100g <sup>-1</sup> )	2,90	2,30

$\Delta E$  = diferença de cor entre sucos controle e com acidez reduzida. Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa pela ANOVA ( $p < 0.05$ ).

Os resultados para os parâmetros físico-químicos de pH e acidez total foram coerentes com os tratamentos. A acidez da formulação C apresentou diferença aproximada de 1g ácido tartárico por 100 g de suco, em relação à formulação controle, fator que contribuiu para a menor percepção do atributo “gosto ácido” no suco de tamarindo, além de uma melhora em sua aceitabilidade sensorial.

O Ministério da Agricultura, em sua Instrução Normativa nº 37 (BRASIL, 2018a), estabelece o teor mínimo de 6,0 °Brix para suco de tamarindo. As duas formulações atenderam

a este requisito, apresentando 9,10 e 7,87 °Brix para a formulação A e C, respectivamente. A IN estabelece pH e acidez total mínimos de 2,3 e 1,9 g ácido cítrico em 100 g suco, respectivamente, sendo que os tratamentos A e C atendem para o parâmetro pH, e o tratamento A atende para o parâmetro de acidez. O tratamento C tem acidez inferior ao estabelecido na Instrução Normativa, o que deverá ser considerado no registro do produto.

A cor é considerada um atributo importante para a aceitação de um produto alimentício. Ao ser calculada a diferença total de cor ( $\Delta E$ ), obteve-se valor de 2,5, o qual foi comparado com as faixas indicadas por Mokrzycki e Tatol (2011), indicando que pessoas sem treinamento observam diferenças, mas seria necessário  $\Delta E$  maior que 3,5 para que a diferença seja claramente observada, ou maior que 5 para que se considerem duas cores diferentes entre as amostras. Desta forma, considera-se que a neutralização parcial da acidez não provocou alteração de cor que possa causar a rejeição do suco de tamarindo.

Em relação aos parâmetros de composição, Watanabe (2007) obteve resultados próximos analisando polpa de tamarindo: 87,1% umidade, 0,49% cinzas, 0,17% de lipídeos e 0,86% de proteínas, sendo pequenas as diferenças comparando com o suco de tamarindo deste trabalho, que podem ser explicadas pelo estágio de maturação da fruta e o processo de extração da polpa (relação fruta: água). Também pode ser comparado proporcionalmente à composição apresentada para polpa *in natura* de tamarindo na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), onde temos valores de 0,41 e 0,06 g.100g<sup>-1</sup> para proteínas e lipídios, respectivamente. Canuto et al., 2010 obteve teor de lipídios de 0,1 g.100g<sup>-1</sup>, resultado também similar com o encontrado neste estudo.

Em relação ao teor de cinzas, a diferença observada entre as formulações, sendo maior na formulação C, de 1,01 g.100g<sup>-1</sup>, pode-se justificar devido à formação de sais de potássio com o conseqüente aumento do teor de cinzas no suco com pH 3,5 (C), proporcionalmente 4 vezes o teor de cinzas apresentado no suco controle, o qual mantém a proporcionalidade quando comparado com os teores indicados para polpa *in natura* (TACO, 2011 & Watanabe, 2007).

Os carboidratos correspondem à maior fração da matéria seca do tamarindo, cerca de 90 % dos sólidos totais são carboidratos. Para os sucos desenvolvidos os valores de 9,08 e 8,71 g.100g<sup>-1</sup> de carboidratos demonstram a predominância deste macronutriente. Os valores estão também de acordo com o relatado pela TACO, respeitando as proporções de sólidos totais.

O teor de fibras de 5,6 e 5,5 g 100g<sup>-1</sup>, apresentado por estes sucos de tamarindo, é de importante efeito funcional, sendo que a legislação brasileira (BRASIL, 2012) permite a designação no rótulo do suco a indicação de “fonte de fibras”, quando o alimento possui mais que 3 g fibra em 100g<sup>-1</sup>, ou 2,5 g de fibra por porção pronta para o consumo. A ingestão

recomendada de fibra total é de 25 g por dia para mulheres e 38 g por dia para homens (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005). Em comparação, Tril et al. (2014) produziram um extrato de fibra de tamarindo com 19,30 g 100g<sup>-1</sup>, em base seca, e Passos (2017) obteve uma farinha de tamarindo com 14,4 g.100g<sup>-1</sup>, resultados que podem ser considerado proporcionais ao suco produzido neste trabalho, quando considerada a necessidade de reidratação para consumo, e também indicando o suco de tamarindo como fonte de fibras.

### 5.7 Efeito da pasteurização na aceitação sensorial, conteúdo de ácido ascórbico, polifenóis totais e atividade antioxidante.

Considerando os resultados anteriores e a recomendação de neutralização de acidez como forma de ampliar a aceitação sensorial, foi efetuado novo processamento dos tratamentos com pH 2,5 (controle) e pH 3,5 (com acidez parcialmente neutralizada) e avaliado o efeito do processamento na aceitação sensorial, conteúdo de ácido ascórbico, polifenóis totais e atividade antioxidante total, possibilitando comparar os resultados antes e após o tratamento térmico de pasteurização. As formulações foram analisadas separadamente.

Em relação à avaliação sensorial, observou-se que a pasteurização não afetou significativamente a aceitabilidade dos sucos de tamarindo, ao se comparar em cada formulação, o suco pasteurizado com o não pasteurizado.

**Tabela 9** - Aceitação global, conteúdo de ácido ascórbico, atividade antioxidante total (ATT) e conteúdo de polifenóis totais (PET), antes e após pasteurização de suco de tamarindo.

Análise	Suco pH 2,5		Suco pH 3,5	
	Não pasteurizado	Pasteurizado	Não pasteurizado	Pasteurizado
Aceitação global	5,6a	5,3a	6,3A	6,5A
Ácido ascórbico <sup>1</sup>	3,50a ± 0,41	3,17a ± 0,24	3,33A ± 0,24	3,83A ± 0,24
AAT <sup>2</sup>	1,01a ± 0,03	1,08a ± 0,04	1,45A ± 0,05	1,11B ± 0,05
PET <sup>3</sup>	74,11a ± 1,06	68,21b ± 3,11	57,45A ± 3,47	57,17A ± 2,80

<sup>1</sup>Ácido ascórbico (mg.100g<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Método ABTS (µMol Trolox.g<sup>-1</sup>); <sup>3</sup>mg equivalente ao ácido gálico.100g<sup>-1</sup>; Letras minúsculas ou maiúsculas diferentes seguindo as médias em linhas, indicam diferença significativa na comparação de tratamentos (pasteurizado x não-pasteurizado) em análise de variância (p < 0,05).

A pasteurização não exerceu efeito no conteúdo de ácido ascórbico dos sucos. No entanto, as quantidade presentes, entre 3,17 e 3,83 mg 100g<sup>-1</sup>, estão abaixo da quantidade recomendada de ingestão diária da OMS (2004), cujo valor é entre 45 e 75 mg. Portanto, os

sucos desenvolvidos não podem ser considerados como fontes de ácido ascórbico. De forma similar, a atividade antioxidante total dos sucos variou de 1,08 a 1,45  $\mu\text{M}$  equivalente ao Trolox. $\text{g}^{-1}$ , indicando que ambos apresentaram baixa atividade antioxidante pelo método utilizando o radical ABTS. A pasteurização não influenciou na atividade antioxidante do suco controle. Entretanto, houve diferença significativa para o suco com pH 3,5, podendo estar relacionado com uma limitação de detecção do método. O pericarpo de tamarindo contém diversos compostos fenólicos, preponderando as proantocianidinas (73,4%) de acordo com Sudjaroen et al., 2005, e por sua baixa solubilidade no meio reativo do ensaio da atividade antioxidante, um outro método, como a elucidação de moléculas por ressonância magnética nuclear, pode ser mais indicado (SERRANO et al., 2009).

Observou-se que para os resultados de PET, não houve efeito relacionado ao tratamento térmico de pasteurização com envase a quente para o suco com pH 3,5, enquanto, para o suco controle, houve uma redução de 8%. Além disso, ao se comparar os resultados antes e após a neutralização, observou-se uma redução significativa ( $p < 0,05$ ) de aproximadamente 16 % no teor de PET, indicando que a neutralização parcial tem participação maior na degradação dos polifenóis presentes no suco do que o processo térmico. As quantidades de PET neste trabalho são bem maiores que as obtidas por Lee et al., (2009), de 46,49  $\mu\text{g g}^{-1}$  (correspondente a 4,65  $\text{mg.100g}^{-1}$ ), sendo a diferença devido à forma de processamento e menor quantidade de polpa de tamarindo usada na formulação do suco. Já Rahman et al. (2016) e Recuenco et al. (2016), encontraram teores de 522,3 e 355  $\text{mgGAE.100 g}^{-1}$ , respectivamente, no pericarpo do tamarindo in natura, explicado pela maior concentração destes compostos no fruto.

## **5.8 Estabilidade do suco de tamarindo**

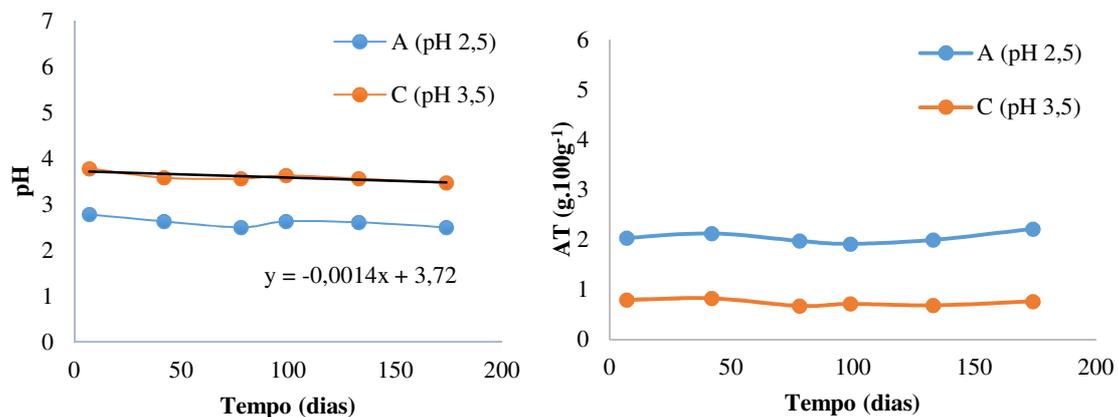
O estudo da estabilidade foi realizado com os sucos controle (A, pH 2,5) e com acidez parcialmente neutralizada (C, pH 3,5). Ambos foram pasteurizados e armazenados em temperatura ambiente durante 180 dias, sendo avaliados após o processamento e intervalos de tempo da estocagem.

### **5.8.1 Estabilidade físico-química e de cor**

Os resultados de avaliação da estabilidade físico-química das duas formulações de suco de tamarindo sob estocagem em temperatura ambiente podem ser visualizados na Figura 8, sendo que tanto o pH quanto a acidez permaneceram em valores próximos aos obtidos logo

após o processamento do suco, e mantendo-se estáveis durante a estocagem em temperatura ambiente.

Figura 8 - Análises de pH e acidez de suco de tamarindo controle com pH 2,5 (A) e com pH 3,5 (C) durante armazenamento sob temperatura ambiente.

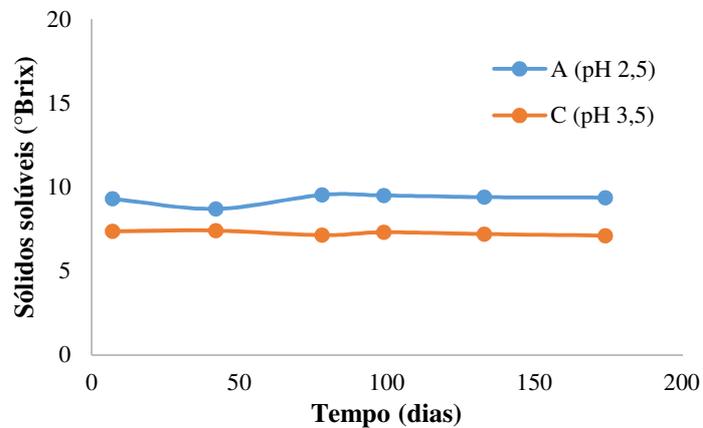


Na avaliação estatística, a análise de regressão foi significativa apenas para os resultados de pH do suco de tamarindo com acidez parcialmente neutralizada, assim, somente esta equação é apresentada no gráfico. Entretanto, o coeficiente angular desta equação é muito baixo, portanto indica também a estabilidade frente à estocagem.

A acidez elevada dos sucos em conjunto com o processo de pasteurização com envase a quente, considerado um padrão de processo para sucos ácidos, e a não alteração de acidez é uma indicação de que o tratamento térmico foi eficiente e a embalagem foi hermética, sendo que essa afirmação pode ser confirmada pelas análises microbiológicas. Segundo Chim et al. (2013), a acidez é um importante parâmetro de qualidade de produto, onde alterações de acidez ou pH indicam reações envolvidas na decomposição, como hidrólise, oxidação e fermentação, gerando compostos que aumentam a acidez do meio. Desta forma, a não alteração de acidez e pH, juntamente com os resultados de análises microbiológicas (Anexo II) indicam a estabilidade no armazenamento.

A avaliação de sólidos solúveis (SS), através da medida em °Brix, também demonstrou estabilidade durante o armazenamento (Figura 9). Em sucos ácidos, com pH inferior a 4,3, a estabilidade de sólidos solúveis também foi evidenciada por Silva et al. (2008) em estocagem de néctar de caju durante 180 dias, em temperatura ambiente. O comportamento foi similar aos outros tratamentos, indicando a estabilidade da resposta SS em relação ao tempo de armazenamento.

Figura 9 - Sólidos solúveis do suco de tamarindo controle (A) e com pH 3,5 (C) durante armazenamento sob temperatura ambiente.



A Tabela 10 apresenta os valores da diferença total de cor ( $\Delta E$ ), comparando-se os valores obtidos em cada tempo, com aqueles obtidos após o processamento.

**Tabela 10** - Diferença total de cor do suco de tamarindo, calculando-se  $\Delta E$  de cada tempo em relação à cor no início da estocagem.

Tratamento	Estocagem (dias após processo)				
	1	20	50	130	180
A (pH 2,5)	0	0,5	2,8	2,1	2,7
C (pH 3,5)	0	2,6	0,4	1,1	1,6

Considerando-se as faixas indicadas por Mokrzycki e Tatol (2011), pode-se observar que os sucos de tamarindo apresentaram valores de  $\Delta E$  inferiores a 3,5, indicando que provadores não treinados observam a diferença de cor. Entretanto, para que as diferenças de cor fossem claramente observadas,  $\Delta E$  deveria ser maior que 3,5.

Figura 10 – Fotos do suco de tamarindo, em três tempos de armazenamento sob temperatura ambiente.



Esses resultados são confirmados com as fotos dos sucos em cada tempo de estocagem, apresentadas na Figura 10, e ainda quando confrontado à resposta sensorial (Figura 12), onde os provadores não indicaram alterações na cor, caracterizando a estabilidade de cor frente à estocagem em temperatura ambiente.

### 5.8.2 Estabilidade sensorial

Os resultados da avaliação sensorial referente à aceitação global do suco de tamarindo em diferentes tempos de armazenamento são apresentados na Figura 11. Pode-se observar que o resultado médio de aceitação global pelos provadores em cada tempo apresentou estabilidade durante o tempo de estocagem em temperatura ambiente. O tratamento controle (A) com pH de 2,5 e o tratamento (C) com pH 3,5 apresentaram, respectivamente, aceitação média de 5,5 (Nem gostei, nem desgostei) e 6,7 (Gostei pouco) durante a estocagem em temperatura ambiente pelo período avaliado de 180 dias.

Figura 11 - Estabilidade sensorial medida pela aceitação global de suco de tamarindo controle (A) e com acidez reduzida (C), durante armazenamento sob temperatura ambiente.

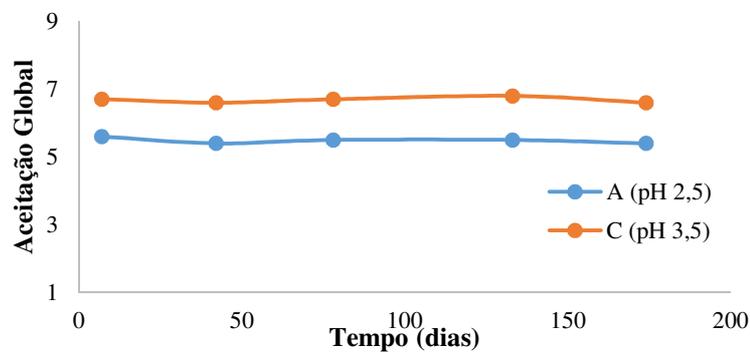
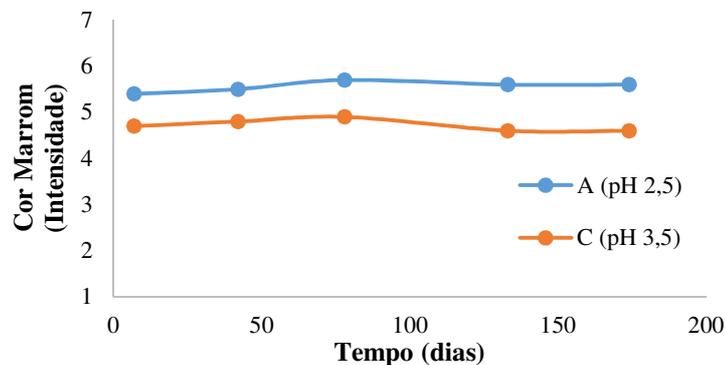


Figura 12 - Estabilidade do atributo “cor marrom” das formulações de suco de tamarindo.



Ao analisar as respostas dos provadores referente à intensidade da cor marrom dos sucos, pode-se observar a condição de estabilidade para as duas formulações. Para ambos tratamentos, a resposta de intensidade de cor marrom foi de intensidade “escura”, considerando a escala de avaliação sensorial (1 = claro; 7 = escuro) apresentada no Anexo I, levemente maior para o tratamento A.

Com relação ao atributo “sabor de tamarindo”, ambos tratamentos apresentaram resultado médio para sabor de tamarindo “forte” (entre 5 e 7), mas pode-se observar uma leve tendência de diminuição da intensidade do tratamento C (pH 3,5) com o tempo de armazenamento. Isto pode ter sido causado pela perda de intensidade do gosto ácido característico do fruto e aumento da percepção do gosto doce como indicado na Figura 14, ainda que estes atributos possam ter sido resultado da adaptação dos provadores aos sucos. Entretanto, estas leves mudanças não refletiram na aceitação global do suco pelos provadores, reforçando sua estabilidade frente ao período analisado.

Figura 13 - Estabilidade do atributo “sabor de tamarindo” do suco de tamarindo controle (A) e neutralizado (C) durante armazenamento sob temperatura ambiente.

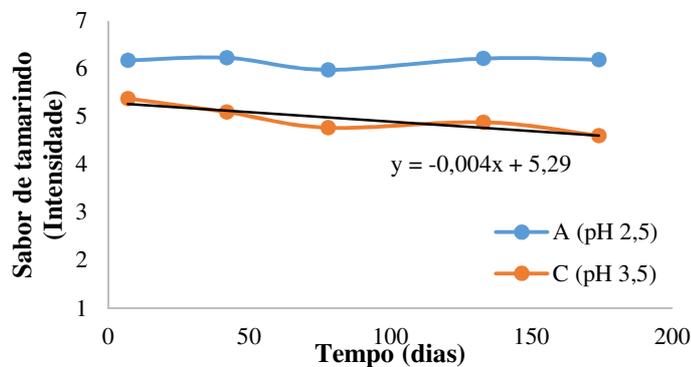
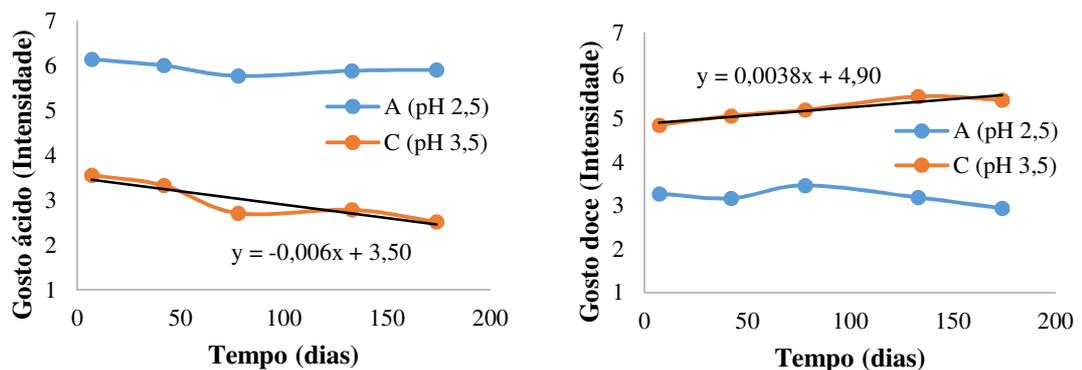


Figura 14 - Estabilidade dos atributos “gosto ácido” e “gosto doce” de suco de tamarindo controle (A) e neutralizado (C) durante armazenamento sob temperatura ambiente.



### 5.8.3 Estabilidade microbiológica

Com relação aos resultados obtidos nas análises microbiológicas (Anexo II), a boa qualidade do processo de pasteurização pode ser evidenciada pela ausência de microrganismos patogênicos e pela baixa contagem de aeróbios mesófilos e fungos filamentosos e leveduras. Também se observou que durante todo o período de estocagem a presença de coliformes fecais, *E. coli* e *Salmonella* spp., não foi constatada tanto nas amostras de sucos de tamarindo controle (A), quanto com pH 3,5 (C). Esses resultados indicaram que os sucos apresentaram condições sanitárias satisfatórias e atenderam os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação (ANVISA, 2001) durante o período de estocagem.

A contagem de bactérias aeróbias mesófilas nos sucos pasteurizados foi inferior a 10 UFC/mL durante 180 dias sob temperatura ambiente, independente do tratamento. Esses resultados atendem as recomendações da Food and Agriculture Organization / World Health Organization (MORTON, 2001) e do Standard Methods for the Examination of Dairy Products da American Public Health Association (LEWIS et al., 2004) para contagem total de aeróbios mesófilos em diversos alimentos.

A contagem de fungos filamentosos e leveduras foi inferior a 100 UFC/mL durante o período de armazenamento. A legislação brasileira estabelece uma tolerância de  $10^4$  UFC/g em alimentos como sucos e néctares de frutas pasteurizados, e os resultados indicam estabilidade microbiológica do produto durante o armazenamento. Segundo a International Commission on Microbiological Specifications for Foods (2002) a população desse grupo de microrganismos em um alimento tem sido um dos indicadores microbiológicos da qualidade dos alimentos mais comumente utilizados, pois indicam se a limpeza, a sanitização e o controle da temperatura durante o processamento, armazenamento foram realizados de forma adequada. Esta determinação permite também obter informação referente à alteração incipiente dos alimentos, sua provável vida útil, e a falta de controle no descongelamento dos alimentos ou desvios na temperatura de refrigeração.

Considerando os resultados da estabilidade microbiológica, ambos tratamentos atenderam às exigências da legislação brasileira sendo considerados microbiologicamente seguros e estáveis em prateleira por 180 dias.

## 6 CONCLUSÃO

O rendimento em polpa no despulpamento mecânico do tamarindo foi influenciado pela quantidade de água adicionada ao processo e da temperatura. Dentro do universo estudado, a melhor condição para o despulpamento do tamarindo é a realização do processo com adição de água na proporção de 1:1, em relação à massa de tamarindo com semente, tempo de hidratação de duas horas, e temperatura ambiente (25 °C), apresentando rendimento aproximado de 50%, descontada a água adicionada.

A redução da acidez por meio da neutralização parcial dos ácidos do suco de tamarindo até pH 3,5 promoveu melhoria na aceitação sensorial, sendo uma medida adequada ao processamento, permitindo uma adição maior de polpa ao suco pronto para beber, tornando o suco atrativo tanto para quem já consome quanto para os não consumidores. Além disso, os sucos produzidos na proporção de 10% de sólidos totais da polpa podem ser considerados como fonte de fibras.

O processo de redução da acidez provocou uma diminuição de aproximadamente 16% no teor de polifenóis totais do suco, no entanto, o teor de fibras não sofreu redução. Dessa forma, apesar de não apresentar atividade antioxidante elevada, o teor de fibras presente nos sucos em conjunto com a melhoria da aceitação sensorial pode contribuir para a ampliação do consumo do tamarindo, estimulando sua produção e utilização como matéria-prima.

A pasteurização não afetou a aceitabilidade sensorial dos sucos desenvolvidos, porém houve uma redução de 8% no teor de polifenóis do suco controle. Entretanto, a pasteurização é uma medida necessária para garantir a segurança e estabilidade microbiológica dos sucos.

Os sucos desenvolvidos apresentaram estabilidade por 180 dias em temperatura ambiente. Portanto, seu armazenamento pode ser realizado sem necessidade de refrigeração.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O despulpamento do tamarindo pode ser realizado mediante adição de água na proporção de 1:1, apresentando bom rendimento e sem comprometimento da sua qualidade nutricional. Para o aumento do rendimento do despulpamento, outros métodos podem ser estudados, como a aplicação de enzimas, fazendo-se necessário o estudo das melhores condições de ação das enzimas, e características da polpa obtida, além de sua aceitabilidade sensorial.

O suco de tamarindo com acidez reduzida oferece uma nova possibilidade para consumidores que veem a elevada acidez como barreira ao consumo de tamarindo. Além disso, o teor de fibras presentes no suco pode contribuir para um possível efeito funcional relacionado a este componente. Faz-se necessário um estudo *in vivo* para investigar a funcionalidade do suco.

## REFERÊNCIAS

- ANKOM. **Technology method 2: rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction**. Macedon, 2009. p. 2.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 20. ed. Rockville, USA: AOAC, 2016.
- AOCS. American Oil Chemists' Society. **Official Method Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction**. Urbana: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 2005.
- ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M. de; ARRIAGA, M. C.; PRADO, G. M. do; MAGALHÃES, C. E. de C.; MAIA, G. A. LEMOS, T. L. G. de; Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, August 2011.
- ANDREWS, W. H.; JACOBSON, A.; HAMMACK, T. S. Salmonella. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION – FDA (Ed.). **Bacteriological analytical manual online**. 8 ed. Rockville: FDA, 2016. chap. 5. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.gov/ebam/bam-5.html>. Acesso em: 25 jan. 2018.
- ANVISA. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos**. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/26655>. Acesso em: 18 out. 2017.
- AUGUSTIN, M. A.; RILEY, M.; STOCKMANN, R.; BENNETT, L.; KAHL, A.; LOCKETT, T.; OSMOND, M.; SANGUANSRI, P.; STONEHOUSE, W.; ZAJAC, I.; COBIAC, L. Role of food processing in food and nutrition security. **Trends in Food Science & Technology**, v. 56, p. 115–125, 2016.
- BENERO, J. R.; RODRÍGUEZ, A. J.; RIVERA, A. C. de; A mechanical method for extracting tamarindo pulp. **Puerto Rico Agricultural Journal**, n. 56(2), p. 185-186, 1972.
- BHADORIYA, S.S.; GANESHPURKAR, A.; NARWARIA, J.; RAI, G.; JAIN, A.P. Tamarindus indica: Extent of explored potential. **Pharmacology Review**. v. 5, n. 9, p. 73-81, 2011.
- BRAGANTE, A. G. **Desenvolvendo Produto Alimentício – Conceitos e Metodologia**. São Paulo, Brasil, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 01, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta. (Revoga a Instrução Normativa n.12 de 10 de setembro de 1999). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF**, 10 jan. 2000. Seção 1, p.54.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. **Regulamento técnico geral para fixação de identificação e qualidade gerais para suco tropical**. Disponível em: <http://www.idec.org.br/pdf/instrucao-normativa-12.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 19, de 19 de junho de 2013. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas refresco, refrigerante, bebida composta, chá pronto para consumo e soda**. (DOU de 20/06/2013). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/in-no-19-de-19-de-junho-de-2013.pdf/view>. Acesso em: 14 dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução 466, de 12 de dezembro de 2012. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466\\_12\\_12\\_2012.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html). Acesso em 28/06/2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 01/10/2018. Estabelece os parâmetros analíticos dos Padrões de Identidade e Qualidade de Suco e polpa de fruta. **Diário Oficial da União**, Nº 194, Brasília, 08/10/2018a. Seção 1, p. 23-33.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 49, de 26/09/2018. Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Suco e polpa de fruta. **Diário Oficial da União**, Nº 187, Brasília, 27/09/2018b. Seção 1, p. 4-5.

BRUG, J.; TAK, N. I.; VELDE, S. J. te; BERE, E.; BOURDEAUDHUIJ, I. de. Taste preferences, liking and other factors related to fruit and vegetables intakes among schoolchildren: results from observational studies. **The British Journal of Nutrition**, v. 99 Suppl 1, n. 2008, p. S7–S14, 2008.

CÁCERES, M. C. **Estudo do processamento e avaliação da estabilidade do “Blend” misto a base da polpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e suco de beterraba (*beta vulgaris*)**, Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M de T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CAROCHO, M.; BARREIRO, M. F.; MORALES, P.; FERREIRA, I. C. F. R. Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 13, n. 4, p. 377-399, 2014.

CARVALHO, R. V. dos S.; SILVA, J. S. da; SOUZA, H. N. S.; GUIMARÃES, M. G. C.; SANTOS, V. R. M. dos; AZEVÊDO, L. C.; Caracterização de Uma Nova Variedade de Tamarindo (*Tamarindus indica*) Cultivada Na Bahia. **IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste da Educação Tecnológica**. Belem-PA, 2009.

- CHIM, J.F.; ZAMBIAZI, R.C.; RODRIGUES, R.S. Estabilidade da vitamina C em néctar de acerola sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Produção Agroindustrial**, v. 15, n. 4, p.321-327, 2013.
- DANDAPANI. **Tamarind**. il. color. Disponível em: <https://dandapani.org/product/tamarind/>. Acesso em: 01 jan. 2018.
- DE VOS, E. Selection and management of staff for sensory quality control. In Kilcast, D. (Ed.). **Sensory Analysis for Food and Beverage Quality Control**. Boca Raton: CRC Press, 2010.
- DIONISIO, A.P.; WURLITZER, N.J.; GOES, T.S.; BORGES, M.F.; GARRUTI, D.; ARAUJO, I.M.S. Estabilidade de uma bebida funcional de frutas tropicais e yacon (*Smallanthus sonchifolius*) durante o armazenamento sob refrigeração. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 66, nº2, 2016.
- EL-SIDDIG. K.; GUNASENA. H.P.M.; PRASAD. B.A.; PUSH PAKUMARA. D.K.N.G.; RAMANA. K.V.R.; VIJAYANAND. P.; WILLIAMS. J.T. Tamarind (*Tamarindus indica* L.). **International Centre for Underutilised Crops**, Southampton, p. 188, 2006.
- ENGELMANN, J. I.; CREXI, V. T.; MORAIS, M. M. Óleo de arroz (*oryza sativa*): Degomagem e neutralização. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ**. Florianópolis - 2014. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/0954-22166-172529.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2018.
- FDA. **Bacteriological Analytical Manual**. 1998. Disponível em: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>. Acesso em: 29 ago. 2017.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.
- FENG, P.; WEAGANT, S. D.; GRANT, M. A.; BURKHARDT, W. Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. In: FDA - United States Food Drug Administration. **Bacteriological analytical manual online**. 8. ed. Rockville, 2017. Chap. 4. Disponível em: <https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>. Acesso em: 25 jan. 2018.
- FERRAREZI, A. C.; SANTOS, K. O.; MONTEIRO, M. Avaliação crítica da legislação brasileira de sucos de fruta, com ênfase no suco de fruta pronto para beber. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p.667-677, 2010.
- FERREIRA, R.M.A; AROUCHA, E.M.M.; GÓIS, V.A.; SILVA, D.K.; SOUSA, C.M.G. Qualidade sensorial de geleia mista de melancia e tamarindo. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 202-206, 2011.
- FLOROS, J. D.; NEWSOME, R.; FISHER, W.; BARBOSA-CANOVAS, G. V.; CHEN, H.; DUNNE, P. Feeding the world today and tomorrow: The importance of food science and

technology. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, n. 5, p. 572-599, 2010.

FREITAS, C. A. S. de; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C. da; FIGUEIREDO, R. W. de; RODRIGUES, M. do C. P.; SOUSA, P. H. M. de. Estabilidade do suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* d. c.) adoçado envasado pelos processos hot-fill e asséptico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 544-549, 2006.

GLOBAL STEVIA INSTITUTE. **Ciência da stevia**. Disponível em: <http://globalstevia.institute.com/saiba-mais-sobre-a-stevia/ciencia-da-stevia/>. Acesso em: 07 jan. 2018.

GREENME. Tudo sobre o tamarindo: benefícios, propriedades e usos. il. color. Disponível em: <https://www.greenme.com.br/ usos-beneficios/3146-tamarindo-beneficios-propriedades>. Acesso em: 01 jan. 2018.

GURJÃO, K. C. de O.; BRUNO, R. de L. A.; ALMEIDA, F. de A. C.; PEREIRA, W. E.; BRUNO, G. B.; Desenvolvimento de frutos e sementes de tamarindo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 28, n. 3, p. 351-35, 2006.

HOFFMAN, A. C.; SALGADO, R. V.; DRESLER, C.; FALLER, R. W.; BARTLETT, C. Flavour preferences in youth versus adults: a review. **Tobacco Control**, p. 32-39, 2016.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ODAIR ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coord). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganisms in Foods 7**. 1 ed. Springer US, 2002. 362p.

INSTITUTE OF MEDICINE. Dietary Reference Intakes: Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Aminoacids. Washington, D.C., **National Academies Press**; 2005.

INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL FOUNDATION. What is a processed food? You might be surprised! **Foodinsight**, n. September, p. 1-3, 2010.

ITAL. **Brasil Food Trends 2020**. Instituto de tecnologia de alimentos, p. 171, 2010.

JACKSON, R. Wine Science. Principles and Applications. 4th ed. USA: **Academic Press**, 2014.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LEE, J.W.; KIM, K.J.; SRINIVASAN, P.; CHOI, J.; KIM, J.H.; HN, S.B.; KIM, D.; BYUN, M.W. Effect of gamma irradiation on microbial analysis, antioxidant activity, sugar content and color of ready-to-use tamarind juice during storage. **LWT – Food Science and Technology**, v. 42, p. 101-105, 2009.

LEWIS, D.; SPOMER, D.; SMITH, M.; CLARK, W. Milk and milk products. In: WEHR, H. M.; FRANK, J. F. Standard methods for the microbiological examination of dairy products. 17<sup>th</sup> ed. **American Public Health Association**, Washington, D. C., 2004. Cap. 16, p. 537-550.

LOPES, M. C. da C.; WURLITZER, N. J. Processamento e estabilidade físico-química e bebida formulada com suco de frutas tropicais para alimentação de atletas. **Nutrivisa – Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 2, n. 1, 2015.

KURU, P. *Tamarindus indica* and its health related effects. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 4, p. 676-681, Istanbul, Turkey, 2014.

MARTINELLO, F.; SOARES, S. M.; FRANCO, J. J.; SANTOS, A. C.; SUGOHARA, A.; GARCIA, S. B.; CURTI, C.; UVEMURA, S. A. Hypolipemic and antioxidant activities from *Tamarindus indica* L. pulp fruit extract in hypercholesterolemic hamsters. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, n. 6, p. 810–818, 2006.

MATOS, F.J.A. Plantas medicinais – Guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. **Imprensa Universitária/Edições UFC**, Fortaleza, 2002, 344p.

MATURIN, L.; PEELER, J. T. Aerobic Plate Count. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION (Ed.). **Bacteriological analytical manual online**. 8 ed. Rockville: FDA, 2001. Chap. 3. Disponível em: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm>. Acesso em: 25 fev. 2016.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory Evaluation Techniques. New York, USA: **CRC Press**, 2006. 464p.

MESQUITA, R. V. dos S. C.; NETO, A. F.; TEIXEIRA, F.; SILVA, V. O. da. Elaboração, análise físico-química e aceitação do iogurte com adição do tamarindo “doce” (*Tamarindus indica* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 381-387, 2012.

MOKRZYCKI, W.; TATOL, M. Color difference Delta E: a survey. **Machine Graphics and Vision**, Warszawa, v. 20, n. 4, p. 383-411, 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/236023905\\_Color\\_difference\\_Delta\\_E\\_-\\_A\\_survey](https://www.researchgate.net/publication/236023905_Color_difference_Delta_E_-_A_survey). Acesso em: 03 dez. 2017.

MORTON, J. F. Tamarind. **Fruits of warm climates**, p. 115-121, 1987. Disponível em: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/tamarind.html>. Acesso em: 10 out. 2003.

NPC Equipamentos. **Tabela de rendimento**. Disponível em: <http://www.npcequipamentos.com.br/tabela.asp>. Acesso em: 12 dez. 2017.

OBANDA, M; OWUOR, P. O. Flavonol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indication of Kenyan black teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 74, p. 209-215, 1997.

PASSOS, T. U. **Consumo alimentar cearense: índice glicêmico e carga glicêmica de alimentos regionais e impacto potencial no risco de doenças crônicas não transmissíveis.** Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Universidade Estadual do Ceará, 2012. 92p.

PASSOS, T. U. **Efeito da farinha de tamarindo no controle metabólico de pacientes diabéticos: ensaio clínico randomizado duplo cego controlado por placebo.** Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) - Universidade Estadual do Ceará, 2017. 165p.

PEREIRA, A. C. S.; WURLITZER, N. J.; DIONISIO, A. P.; SOARES, M. V. L.; BASTOS, M. S. R.; ALVES, R. E.; BRASIL, I. M. Synergistic, additive and antagonistic effects of fruit mixtures on total antioxidant capacities and bioactive compounds in tropical fruit juices. **Archivos Latinoamericanos Nutrición**, v. 65, p. 119-127, 2015.

PEREIRA, P. C., MELO, B., FRANZÃO, A. A., ALVES, P. R. B. **A Cultura do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.).** 2011. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/tamarindo.htm>. Acesso em: 12 dez. 2016.

PIMENTA, T. V.; ANDRADE, M. H. C.; ANTONIASSI, R. Extração, neutralização e caracterização dos óleos do fruto da macaúba (*acrocomia aculeata*). **XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ.** Búzios/RJ – 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/946318/1/2012252.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2018.

QUEIROZ, J. M. O. **Propagação do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.).** 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, 2010.

RAHMAN, M. M.; KHANA, F. E.; DAS, R.; HOSSAIN, M. A. Antioxidant activity and total phenolic content of some indigenous fruits of Bangladesh. **International Food Research Journal**, v. 23, 2399-2404, 2016.

RE, R. *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9/10, p. 1231-1237, mai. 1999

RECUENCO, M.C.; LACSAMANA, M.S.; HURTADA, W.A.; SABULARSE, V.C. Total phenolic and total flavonoid contents os selected fruits in the Philippines. **Philippine Journal of Science**, v145 (3): 275-281, September 2016. ISSN 0031-7683.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS<sup>•+</sup>. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2007. 4 p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Comunicado Técnico, 128).

SANTOS, E. H. F.; NETO, A. F.; DONZELI, V. P.; Aspectos físico-químicos e microbiológicos de polpas de frutas comercializadas em Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, e2015089, 2016.

SEBRAE. Agronegócio - Fruticultura. **Boletim de Inteligência**, p. 1–6, 2015.

SERRANO, J.; PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; DAUER, A.; AURA, A. M.; SAURA-CALIXTO, F. Tannins: Current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects. **Molecular Nutrition Food Research**, v. 53, p. 31-329, 2009.

SILVA, M. T. M.; Oliveira, J. S.; Jales, K. A. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de frutas congeladas comercializadas no interior do Ceará. **V CONNEPI – Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica**. Maceió – AL. 2008. Disponível em: <http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/%20CONNEPI2010/paper/viewFile/1124/922>. Acesso em: 14 nov. 2017.

SILVA, P. T.; FIALHO, E.; LOPES, M. L. M.; MESQUITA, V. L. V. Sucos de laranja industrializados e preparados sólidos para refrescos: estabilidade química e físico-química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 597-602, 2005.

SILVA, R. M. F. da; CHALEGRE, T. S.; CARVALHO, G. B. M. de. Estudo do uso do tamarindo como adjunto do malte para produção de cervejas ale e lager. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Florianópolis, 2014.

STONE, H.; REBECCA, N. B.; HEATHER, A. T. **Sensory Evaluation Practices**. 4ª Ed., Academic Press, 2012.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**, Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p.

SUDJAROEN, Y.; HAUBNER, R.; WÜRTELE, G.; HULL, W.E.; ERBEN, G.; SPIEGELHADER, B.; CHANGBUMRUNG, S.; BARTSCH, H.; OWEN, R.W. **Food and Chemical Toxicology**. v.43, 1673-1682. 2005.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos / **NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.** – Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. 161 p.

TOLENTINO, V. R.; SILVA, A. G. da. Processamento de vegetais: frutas/polpa congelada. 28 f. **Programa Rio Rural**, p. 1-17, Niterói, 2009.

TONI, D. de; MILAN, G. S.; SCHULER, M. O desenvolvimento de novos produtos: um estudo exploratório ambientado em empresas de acessórios plásticos para móveis. **Revista produção**, v. 5, n. 2, Florianópolis, Brasil, 2005.

TOURNAS, V.; STACK, M. E.; MISLIVEC, P. B.; KOCH, H. A.; BANDLER, R. Yeasts, Molds and Mycotoxins. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological analytical manual online**. 8. ed. Rockville, 2001. Cap. 18. Disponível em: <https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071435.htm>. Acesso em: 25 jan. 2018.

TREICHEL, M.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E. dos; CARVALHO, C. de; BELING, R. R. Anuário brasileiro de fruticultura 2016. **Editora Gazeta Santa Cruz**, 2016.

TRIL, URSZULA, FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; ÁLVAREZ, J.A.P.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, physicochemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of rich-

fibre poder extract obtained from tamarindo (*Tamarindus indica* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 55, p. 155-162, 2014.

TRZECIAK, M. B.; NEVES, M. B. das; VINHOLES, P. S.; VILLELA, F. A. **Tratamentos para superação de dormência em sementes de *Tamarindus indica* L.** 2007. Disponível em: [http://www2.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/CA/CA\\_01976.pdf](http://www2.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/CA/CA_01976.pdf). Acesso em: 20 dez. 2016.

VALVASSORI, S. Tendências da alimentação. **Pesquisa FIESP**. 2010. Disponível em: <http://www.simonevalvassori.com.br/noticias/noticias/68-tendencias-da-alimentacao>. Acesso em: 31 dez. 2016.

van BOEKEL, M.; FOGLIANO, V.; PELLEGRINI, N.; STANTON, C.; SCHOLZ, G.; LALLJIE, S.; SOMOZA, V.; KNORR, D.; JASTI, P. R.; EISENBRAND, G. A review on the beneficial aspects of food processing. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 54, p. 1215-1247, 2010.

VIDIGAL, M.C.T.R.; MINIM, V.P.R.; CARVALHO, N.B.; MILAGRES, M.P.; GONÇALVES, A.C.A. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), camu-camu (*Myrciaria dubia*), cajá (*Spondias lutea* L.) and umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, v. 44 (7), p.1988-1996, 2011.

WATANABE, A. P. **Microfiltração de suco de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) por membrana polimérica: efeito do tratamento enzimático, da velocidade tangencial e da pressão transmembrana**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2007.

WHO/FAO. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. 2nd ed., 341 p., 2004.

WILLE, G. M. F. C.; WILLE, S. A. de C.; KOEHLER, H. S.; FREITAS, R. J. S. de; HARACEMIV, S. M. C. Práticas de desenvolvimento de novos produtos alimentícios na indústria paranaense. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 33-45, 2004.

YAHIA, E. M. Mangosteen to white sapote. **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**. A volume in Woodhead publishing series in food science, technology and nutrition. p. 442-457, 458e, 2011.



## ANEXO B – ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE SUCO DE TAMARINDO

Armazenamento (Dias)	Amostras	Aeróbios Mesófilos (UFC/mL)	Coliformes fecais e <i>E. coli</i> (NMP/mL)	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/mL)	<i>Salmonella</i> spp. (Ausência/25mL)
1	A	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
	C	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
20	A	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
	C	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
50	A	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
	C	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
80	A	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
	C	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
130	A	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
	C	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
180	A	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência
	C	<1 x 10 <sup>1</sup> *	<3*	<1,0 x 10 <sup>2</sup> *	Ausência

\* limite de detecção do método

A: Suco de Tamarindo Controle, pH 2,5, armazenamento sob temperatura ambiente.

C: Suco de Tamarindo Neutralizado, pH 3,5, armazenado sob temperatura ambiente.