



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS –  
UFT CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**ANA CAROLINE PEREIRA DIAS**

**“DETERMINAÇÃO DO CALOR ESPECÍFICO DE POLPAS DE FRUTAS  
DAS REGIÕES CENTRO E NORTE DO BRASIL.”**

**PALMAS-TO**

**2019**

ANA CAROLINE PEREIRA DIAS

**“DETERMINAÇÃO DO CALOR ESPECÍFICO DE POLPAS DE FRUTAS  
DAS REGIÕES CENTRO E NORTE DO BRASIL.”**

Trabalho de Conclusão de Curso  
exigido como requisito obrigatório para  
Obtenção de Título de Bacharel em  
Engenharia de Alimentos da Universidade  
Federal do Tocantins-UFT.

Orientador: Profa. Dra. Lina María Grajales Agudelo

Co-orientadora: Fabriele de Sousa Ferraz

PALMAS-TO

2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

- D541d Dias, Ana Caroline Pereira.  
DETERMINAÇÃO DO CALOR ESPECÍFICO DE POLPAS DE FRUTAS  
ORIUNDAS DA AMAZÔNIA E DO CERRADO BRASILEIRO. / Ana Caroline  
Pereira Dias. – Palmas, TO, 2019.  
57 f.  
  
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus  
Universitário de Palmas - Curso de Engenharia de Alimentos, 2019.  
Orientadora : Lina Maria Agudelo Grajales  
Coorientadora : Fabriele de Sousa Ferraz  
  
1. Calor específico. 2. Polpas de frutas. 3. Amazônia. 4. Cerrado. I. Título

**CDD 664**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer  
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.  
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184  
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

Aos meus pais, Maria e Honório, as minhas irmãs,  
Irenilce, Irailde e Iracilda, as minhas tias  
Ozileia e Célia, e aos meus amigos.

Dedico.

*Atritos*

*Você já viu a diferença que há entre as pedras que estão na nascente de um rio, e as pedras que estão em sua foz?*

*As pedras na nascente são toscas, pontiagudas, cheias de arestas. À medida que elas vão sendo carregadas pelo rio sofrendo a ação da água e se atritando com as outras pedras, ao longo de muitos anos, elas vão sendo polidas, desbastadas.*

*Assim também agem nossos contatos humanos. Sem eles, a vida seria monótona, árida.*

*Passar pela vida sem se permitir um relacionamento próximo com o outro, é não crescer, não evoluir, não se transformar. É começar e terminar a existência com uma forma tosca, pontiaguda, amorfa.*

*Quando olho para trás, vejo que hoje carrego em meu ser várias marcas de pessoas extremamente importantes.*

*Pessoas que, no contato com elas, me permitiram ir dando forma ao que sou, eliminando arestas, transformando-me em alguém melhor, mais suave, mais harmônico, mais íntegro.*

*Outras, sem dúvidas, com suas ações e palavras me criaram novas arestas, que precisaram ser desbastadas.*

*Faz parte... Reveses momentâneos servem para o crescimento. A isso chamamos experiência.*

*“Roberto Crema”*

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais Maria e Honório, e as minhas irmãs Irenilce, Iracilda e Irailde pelo amor, carinho, apoio, confiança, incentivo, por todo esforço e dedicação a mim concedidos em todos os momentos de minha vida. Amo vocês!

Aos meus amigos Enylson, Pedro, Raquel, Fabriele, Marcelo e Mariely, que estão presentes desde o início dessa jornada e se tornaram minha família durante a graduação, os levarei comigo para a vida. Sou muito grata pelo companheirismo que temos e por tudo que passamos juntos, por todo o incentivo que me deram, por toparem minhas loucuras e por toda a paciência, vocês fizeram os momentos difíceis se tornarem mais leves. Um obrigada especial por todo o apoio e contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao amigo e companheiro de viagens Enylson, meu muito obrigada pelas inúmeras vezes que me puxou pelo braço e insistentemente não me deixou ser vencida pelo desânimo, teria deixado de fazer muitas coisas boas se não fosse pelo seu incentivo. Obrigada por não ter desistido de mim e por sempre estar presente. Não poderia deixar de falar de Pedro, sem dúvidas a pessoa que mais me estressou durante esses cinco anos, mas também foi a pessoa que mais me fez rir, sem dúvidas é meu lesado preferido. Amo vocês!

A Dr<sup>a</sup> Eskálath Morganna Silva Ferreira, minha eterna gratidão pelos puxões de orelha, por toda a paciência e pelos vários “melhora isso aí gata” durante os três anos que me orientou, você tem grande contribuição no meu crescimento pessoal e profissional, aprendi muito durante esses anos que estive com você e continuo aprendendo, não te largo mais.

A Prof. Dr<sup>a</sup>. Lina María Grajales Agudelo, por ser além de orientadora uma mãe, que me incentivou e acreditou em minha capacidade mais que eu mesma, tens grande responsabilidade pelo que me tornei, tenho a senhora como um exemplo que levarei para resto de minha vida, obrigada por tanta dedicação e carinho, sem a senhora não existiria este trabalho, será sempre minha referência.

Ao Prof. Dr. Manoel Messias Alvino de Jesus e seu orientando João Carlos por todo conhecimento compartilhado, pela excelente recepção, acolhimento e claro todas as contribuições para a realização deste trabalho.

A todos os integrantes dos laboratórios que fiz parte, em especial ao Laboratório de Microbiologia Ambiental e Biotecnologia e ao Laboratório de Operações Unitárias.

A turma XXX de Engenharia de Alimentos, carinhosamente chamada de “Jiló Doce” por todos os momentos que compartilhamos, a todos que contribuíram de alguma forma durante esses anos, o meu mais sincero muito obrigada.

## RESUMO

Tratando-se de diversidade, o Brasil é um dos países mais ricos do mundo, e nele estão localizados os dois maiores biomas da América Latina, a Amazônia e o Cerrado. Esses biomas são ricos em recursos naturais renováveis, com ênfase para as espécies frutíferas nativas e exóticas, que possuem características únicas e são muito apreciadas. Algumas das frutas que possuem grande aceitação e estão difundidas no mercado nacional são: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), buriti (*Mauritia flexuosa* L.), cajá (*Spondias lutea* L.), caju (*Anacardium occidentale* L.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e tamarindo (*Tamarindus indica* L.). Essas frutas não são encontradas durante todo o ano, e para sua conservação e aumento da vida de prateleira através do seu processamento, na maioria dos casos requerem transformações que envolvem transferência de calor e de massa, e, portanto, o conhecimento das propriedades termofísicas. Por esse motivo, o objetivo deste trabalho foi determinar o calor específico destas frutas. Para isto, foi construído um calorímetro adiabático utilizando-se uma garrafa térmica, com sistema de aquecimento baseado no efeito Joule e sensor de temperatura. Após a montagem do sistema foi determinada a capacidade calorífica do mesmo e logo em seguida foram realizadas as medições para algumas substâncias de calores específicos conhecidos para comparação: água, acetona e álcool etílico. Os valores de calor específico da água, acetona e álcool etílico encontrados foram 1,06, 0,52 e 0,66 cal/g°C, respectivamente. Posterior a isto, foram realizados os experimentos com as polpas de frutas. Para as polpas de frutas foram encontrados calores específicos de 0,45 a 0,92 cal/g°C, para açaí e acerola, respectivamente, valores que se enquadram naqueles previstos pela literatura. Para as demais frutas foram encontrados os valores de 0,81, 0,78, 0,51, 0,63 e 0,64 cal/g°C para buriti, cajá, caju, cupuaçu e tamarindo, respectivamente. Adicionalmente, algumas propriedades físico-químicas como teor de umidade (%), sólidos solúveis (°Brix) e pH foram determinadas. A umidade das polpas variou entre 72 e 92 %, os sólidos solúveis entre 3,2 e 21,1°Brix e o pH de 3 a 5,41. Os resultados obtidos para os calores específicos serão úteis para o processamento e conservação das polpas destas frutas.

**Palavras-Chaves:** Calor específico; polpas de frutas; Amazônia; Cerrado.

## RESUMEN

Tratándose de diversidad, Brasil es uno de los países más ricos del mundo, y alberga los dos biomas más grandes de América Latina, el Amazonas y el Cerrado. Estos biomas son ricos en recursos naturales renovables, con énfasis en especies de frutas nativas y exóticas, que tienen características únicas y son bastante apreciadas. Algunas de las frutas que son ampliamente aceptadas y están muy difundidas en el mercado nacional son: Açai (*Euterpe oleracea* Mart.), acerola (*Malpighia emarginata* DC), buriti (*Mauritia flexuosa* L.), cajá (*Spondias lutea* L.), cajú (*Anacardium occidentale* L.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) y tamarindo (*Tamarindus indica* L.). Estas frutas no se encuentran disponibles durante todo el año, y para su conservación y vida útil a través del procesamiento, en la mayoría de los casos requieren transformaciones que impliquen transferencia de calor y masa, por lo tanto, conocimiento de las propiedades termofísicas se hace completamente necesaria. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue determinar el calor específico de estas frutas. Para esto, se construyó un calorímetro adiabático utilizando una botella, con sistema de calefacción y sensor de temperatura, el cual funciona basado en el efecto Joule. Posteriormente, se determinó la capacidad calorífica del sistema y se realizaron mediciones para algunas sustancias térmicas específicas conocidas para su comparación: agua, acetona y alcohol etílico. Los valores de calor específico del agua, acetona y alcohol etílico encontrados fueron 1.06, 0.52 y 0.66 cal/g °C, respectivamente. Después de esto, se realizaron experimentos con las pulpas de fruta. Los calores específicos encontrados fueron de 0.45 a 0.92 cal/g°C para açai y acerola, respectivamente. Para las otras frutas, se encontraron los valores de 0.81, 0.78, 0.51, 0.63 y 0.64 cal/g °C para buriti, cajá, caju, cupuaçu y tamarindo, respectivamente. Además, se determinaron algunas propiedades fisicoquímicas como el contenido de humedad (%), los sólidos solubles (° Brix) y el pH. La humedad varió de 72 a 92%, los sólidos solubles de 3.2 a 21.1 ° Brix y el pH de 3 a 5.41. Los resultados obtenidos para el calor específico serán útiles para el procesamiento y preservación de las pulpas de estas frutas.

**Palabras clave:** Calor específico; pulpas de fruta; Amazonas; Cerrado.

## ABSTRACT

In terms of diversity, Brazil is one of the richest countries in the world, and has the largest biomes in Latin America, the Amazon, and the Cerrado. These biomes are rich in renewable natural resources, with emphasis on species of native and exotic fruits, which have unique characteristics and are greatly appreciated. Some fruits like: Açai (*Euterpe oleracea* Mart.), Acerola (*Malpighia emarginata* DC), Buriti (*Mauritia flexuosa* L.), Cajá (*Spondias lutea* L.), Cashew (*Anacardium occidentale* L.), Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) and Tamarind (*Tamarindus indica* L.) are widely accepted and distributed in the national market. These fruits are not available throughout the year, and, for their conservation and to extend their shelf life through processing, in most cases they require transformations that imply heat transfer and, therefore, the knowledge of thermophysical properties is needed. For this reason, the purpose of this work was to determine the specific heat of these fruits. In order to do so, an adiabatic calorimeter was constructed by using a thermic bottle with a heating system and a temperature sensor, which works based on the Joule effect. Subsequently, the calorific capacity of the system was determined and measurements were made for some substances with known specific heat for comparison: water, acetone and ethyl alcohol. The specific heat values of water, acetone and ethyl alcohol found were 1.06, 0.52 and 0.66 cal / g ° C, respectively. After this, experiments with fruit pulps were carried out. The specific heat ranges found were 0.45 e 0.92 cal/g °C for açai and acerola, respectively. For other fruits, the values found were 0.81, 0.78, 0.51, 0.63 and 0.64 cal/g °C for Buriti, Cajá, Cashew, Cupuassu and Tamarind, respectively. In addition, some physicochemical properties such as moisture content (%), soluble solids (° Brix) and pH were determined. Moisture ranged from 72 to 92%, soluble solids from 3.2 to 21.1 ° Brix and pH from 3 to 5.41. Results obtained for the specific heat will be useful for processing and preserving the pulp of these fruits.

**Keywords:** Specific heat; fruit pulps; Amazon; Cerrado.

## Lista de figuras

Figura 1. Biomas da América Latina.....	16
Figura 2. Vista integral do açazeiro.....	18
Figura 3. Frutos do açazeiro <i>in natura</i> .....	19
Figura 4. Vista integral da aceroleira.....	19
Figura 5. Frutos da aceroleira <i>in natura</i> .....	20
Figura 6. Vista integral do buritizeiro.....	21
Figura 7. Frutos do buritizeiro <i>in natura</i> .....	21
Figura 8. Vista integral da Cajazeira.....	22
Figura 9. Frutos da cajazeira <i>in natura</i> .....	22
Figura 10. Vista integral do cajueiro.....	23
Figura 11. Frutos do cajueiro <i>in natura</i> .....	24
Figura 12. Vista integral do cupuaçuzeiro.....	24
Figura 13. Frutos do cupuaçuzeiro <i>in natura</i> .....	25
Figura 14. Vista integral do tamarindeiro.....	26
Figura 15. Frutos de tamarindeiro <i>in natura</i> .....	26
Figura 16. Calorímetro com revestimento a vácuo (calorímetro de misturas).....	28
Figura 17. Calorímetro adiabático.....	29
Figura 18. Esquema de montagem do calorímetro.....	30
Figura 19. Sistema do calorímetro montado.....	31
Figura 20. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para água....	36
Figura 21. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para acetona. .....	37
Figura 22. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para o álcool etílico.....	37
Figura 23. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para o açai..	42
Figura 24. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para a acerola. .....	43
Figura 25. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para Buriti..	44
Figura 26. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para cajá.....	44
Figura 27. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para caju ....	45
Figura 28. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para cupuaçu.	

.....	46
Figura 29. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para tamarindo.....	47

## **Lista de tabela**

Tabela 1. Valores mínimos e/ou máximos para os parâmetros analisados de acordo com a legislação vigente. ....	38
Tabela 2. Valores de umidade, sólidos solúveis e pH para cada polpa. ....	39
Tabela 3. Dados utilizados para cálculo do calor específico (Cp) e valores do mesmo referente a cada polpa de fruta .....	41

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Importância dos biomas Amazônia e Cerrado .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>O Brasil das frutas .....</b>	<b>17</b>
3.2.1	Açaí ( <i>Euterpe oleracea</i> Mart.).....	18
3.2.2	Acerola ( <i>Malpighia emarginata</i> D.C.).....	19
3.2.3	Buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.).....	20
3.2.4	Cajá ( <i>Spondias lutea</i> L.).....	22
3.2.5	Caju ( <i>Anacardium occidentale</i> L.).....	23
3.2.6	Cupuaçu ( <i>Theobroma grandiflorum</i> ).....	24
3.2.7	Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> L.).....	25
<b>3.3</b>	<b>Propriedades térmicas.....</b>	<b>27</b>
3.3.1	Calor Específico .....	28
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>MATERIAIS .....</b>	<b>30</b>
4.1.1	Polpas de frutas .....	30
4.1.2	Calorímetro .....	30
<b>4.2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
4.2.1	Determinação da Capacidade Calorífica do Calorímetro .....	32
4.2.2	Experimentos com substâncias de calor específico conhecido .....	33
4.2.3	Determinação do Calor Específico das polpas.....	35
4.2.4	Caracterização Físico-química das polpas .....	35
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>5.1</b>	<b>Capacidade calorífica e validação do calorímetro.....</b>	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>Caracterização Físico-química e calor específico das polpas .....</b>	<b>38</b>
5.2.1	Caraterização Físico-química.....	38
5.2.2	Calor específico das polpas.....	41

<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>48</b>
<b>8</b>	<b>TRABALHOS PUBLICADOS .....</b>	<b>49</b>
<b>9</b>	<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>49</b>
<b>10</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países mais ricos do mundo em diversidade, concorrendo com a Indonésia pelo título de nação biologicamente mais rica do planeta (MONTENEGRO et al., 2017). Os dois maiores biomas da América do Sul estão localizados nas regiões centro e norte do Brasil, sendo esses a Amazônia e o cerrado. Esses biomas constituem um imensurável patrimônio de recursos naturais renováveis, com ênfase para as espécies frutíferas nativas e exóticas detentoras de características sensoriais peculiares e intensas que possuem grande potencial para utilização industrial (MONTENEGRO et al., 2017; MORZELLE et al., 2015).

Estas características únicas creditam aos frutos dessas regiões um potencial de exploração nacional e internacional, despertando o interesse dos consumidores e contribuindo com a busca das indústrias por inovações que proporcionem um desenvolvimento competitivo. As plantas da região amazônica e do Cerrado brasileiro são conhecidas como fonte de materiais de alto interesse biotecnológico, que têm aplicação tanto na indústria médica quanto na de alimentos (CARAMORI et al., 2004). As fruteiras nativas são espécies fundamentais nestes ecossistemas e há muitos anos são regularmente consumidas pelas populações locais tanto na forma *in natura* quanto como produtos processados, tais como sucos, sorvetes, geleias, pães e bolos (DAMIANI et al., 2011; MONTENEGRO et al., 2017).

Dentre as frutas com grande potencial de aproveitamento industrial destas regiões estão: o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), fruta que tem seu consumo difundido em todo o território nacional e vem ganhando cada vez mais reconhecimento internacionalmente; a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), que possui grande potencial como fonte de vitamina C, sendo o Brasil seu maior produtor e consumidor e; o buriti (*Mauritia flexuosa* L.), fruto de uma palmeira com grande potencial industrial que faz parte da alimentação da sua população local (CEDRIM, 2018; NOGUEIRA et al., 2002; GONÇALVES, 2008).

No meio de outras frutas nativas que possuem grande aceitação no mercado nacional, se destacam: o cajá (*Spondias lutea* L.), que possui boas características para industrialização, aliadas ao seu valor nutricional e seu aroma; o caju (*Anacardium occidentale* L.), uma fruta com grandes potenciais de aproveitamento, responsável por geração de renda nas regiões norte e nordeste do país; o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), que por ser um fruto peculiar, tornou-se muito conhecido e consumido em todo o Brasil e tem grande aproveitamento na indústria; e o tamarindo (*Tamarindus indica* L.), que embora não seja uma planta nativa tem sua cultura muito difundida

nas regiões norte e nordeste, muito utilizada como base para preparo de outros alimentos (COELHO et al., 2010; MOURA et al., 2004; SOCHA; PINHEIRO, 2016; COSTA, 2017; COSTA, 2017)

Para a conservação dessas frutas e o aumento da vida de prateleira através do seu processamento, na maioria dos casos requerem transformações que envolvem transferência de calor e de massa, por tanto, o conhecimento das propriedades termofísicas é de vital importância para evitar mudanças sensoriais, nutricionais e estruturais (MOURA et al., 2016). Estas propriedades são utilizadas nos cálculos de otimização e implementação de projetos na área de engenharia de alimentos, exigindo informações precisas das propriedades dos alimentos como densidade, condutividade térmica, difusividade térmica e calor específico em função da variação de temperatura (MOURA et al., 2016; SOUZA, 2015).

Cada propriedade possui sua importância e particularidades na caracterização, utilização e manuseio dos materiais. O calor específico, por exemplo, é uma propriedade crítica em muitas aplicações, já que define a capacidade térmica por unidade de massa do material, sendo fundamental na determinação de faixas de temperaturas para industrialização de alimentos, no projeto de equipamentos, dentre outros (SANCHES *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2004).

Levando em consideração a importância dessas frutas e do conhecimento das propriedades térmicas para o processamento de alimentos, este trabalho tem como objetivo determinar experimentalmente o calor específico das polpas de açaí, acerola, buriti, cajá, caju, cupuaçu e tamarindo, a diferentes temperaturas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

- ✓ Determinar o calor específico de frutas das regiões centro e norte do Brasil utilizando um calorímetro adiabático.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Projetar e construir um calorímetro para alimentos líquidos e semi-sólidos;
- ✓ Determinar a capacidade calorífica do calorímetro;
- ✓ Validar o equipamento utilizando substâncias com calor específico conhecido;
- ✓ Determinar o calor específico de diversas frutas das regiões centro e norte do Brasil.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Importância dos biomas Amazônia e Cerrado

O Bioma Amazônia estende-se por nove países da América do Sul, conforme apresentado na Figura 1, totalizando uma área de 6,4 milhões de quilômetros quadrados. Desse total, o Brasil abriga 63%, ou 4 milhões de quilômetros quadrados. Os 37% restantes (2,4 milhões de quilômetros quadrados) estão distribuídos entre o Peru, Colômbia, Bolívia, Venezuela, Guiana, Suriname, Equador e Guiana Francesa. A Amazônia brasileira abriga quase um terço das florestas tropicais do mundo, a sua imensa rede hidrográfica, um quinto das águas doces superficiais do planeta e abriga o maior potencial hidrelétrico do Brasil estimado em mais de 70 Gigawatts (LENTINI et al., 2005; VERÍSSIMO, 2012).

Figura 1. Biomas da América Latina.



Fonte: Antonelli et al., 2018.

A Amazônia possui uma das mais ricas jazidas minerais do mundo com destaque para o minério de ferro, bauxita, níquel e ouro, além disso, sobre solos relativamente pobres cresce uma floresta exuberante e com altíssima biodiversidade que desempenha papel chave na regulação do clima regional e global, além de ser fonte de frutas nativas e exóticas bastante consumidas nos dias atuais (HOUGHTON ET AL. 2000; VERÍSSIMO, 2012; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2014).

O Bioma Cerrado, com grande diversidade de formas fitofisionômicas, ocorre em 15

estados e o Distrito Federal, ocupando uma área de aproximadamente dois milhões de km<sup>2</sup>, a qual corresponde a um quarto da superfície do país (Figura 1), fora do Brasil ocupa áreas na Bolívia e Paraguai. Biomas, como o Cerrado, apresentam vegetações com estrutura complexa, em que é encontrado um mosaico de ambientes com composições florísticas particulares, além de apresentarem elevada biodiversidade e extensão territorial. A flora do Cerrado é característica e diferenciada dos biomas adjacentes, embora compartilhem muitas fisionomias com outros biomas, as frutas encontradas neste bioma são únicas (RIBEIRO et al., 2018; MARIMON JUNIOR; HARIDASAN, 2005).

A Amazônia e Cerrado brasileiro, possuem várias fruteiras com forte potencial para a exploração sustentável, apresentam uma variedade riquíssima em frutos, alguns de caráter medicinal, altos potenciais nutricionais, e acima de tudo com sabores intrínsecos e inconfundíveis (BELISÁRIO; CONEGLIAN, 2013; FALEIRO et al., 2008).

### **3.2 O Brasil das frutas**

O Brasil é o segundo grande centro de origem de espécies frutíferas tropicais, atrás apenas do Sudeste Asiático. A diversidade de frutas do Brasil está representada por aproximadamente 500 espécies, sendo o grande centro de diversificação a Amazônia brasileira, onde são encontradas cerca de 220 plantas produtoras de frutos comestíveis, mas ainda poucas são domesticadas. A biodiversidade nativa ainda não ocupou parte relevante do seu potencial, com a exposição da Amazônia, após o assassinato de Chico Mendes (1944-88), as frutas nativas ganharam visibilidade, e o que antes tinha consumo local e sazonal passou a ter mercado nacional e externo, e com o início do processo de beneficiamento passou a ser consumido o ano inteiro (CARVALHO, 2012; HOMMA, 2016).

Apesar das limitações impostas ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas pelo regime de chuvas e pelas características do solo, o Cerrado apresenta surpreendente variabilidade de espécies, algumas destas podem constituir potenciais fontes de exploração econômica. Atualmente, em torno de 60 espécies de frutas nativas são conhecidas e utilizadas pela população tradicional que vive no Cerrado, entretanto, o seu uso restringe-se, ainda, ao usuário local e de forma essencialmente extrativista, já que muitos frutos nativos, embora conhecidos, não possuem seu potencial totalmente explorado (AVIDOS e FERREIRA, 2000).

As frutíferas nativas do cerrado ocupam lugar de destaque neste ecossistema e seus frutos, de grande aceitação popular, apresentam sabor peculiar e elevados teores de açúcares, proteínas,

vitaminas e sais minerais, podendo ser consumidos *in natura* ou na forma de sucos, licores, sorvetes e geleias (SOARES et al., 2009).

Algumas frutas de importância econômica e desenvolvimento da cultura, oriundas dos biomas mencionados, são açaí, acerola, buriti, cajá, caju, cupuaçu e tamarindo.

### 3.2.1 Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) mostrado na Figura 2, de origem nativa da América Central e do Sul, é considerado como a palmeira mais produtiva da região amazônica, destaca-se por ser um fruto exótico e é consumido como um alimento básico nessa região do Brasil, além de ser considerada de grande importância econômica, cultural e social do Norte do país (FREITAS et al., 2015).

Figura 2. Vista integral do açaizeiro.



Fonte: José Edmar Urano de Carvalho, 2011.

O açaizeiro frutifica na estação seca entre julho e dezembro, seus frutos são arredondados, conforme a fotografia da Figura 3, com diâmetro de 1-1,5 cm, com coloração roxa-escura quando maduros. Possuem um mesocarpo polposo de 1 mm de espessura e um endocarpo fibroso. A parte comestível do fruto representa em média 26,54 % da sua massa, enquanto a semente compõe a maior parte da fruta (CEDRIM, 2018; FREITAS et al., 2015; SOUZA, 2015).

Figura 3. Frutos do açaizeiro *in natura*.



Fonte: Autor, 2019.

O açaí é uma fruta altamente perecível em condições ambientais desfavoráveis, tais como, temperatura e umidade relativa elevadas, a falta de assepsia no manuseio favorece a proliferação de microrganismos e reações enzimáticas acelerando a deterioração da fruta. Sendo assim, o despulpamento deve ser realizado dentro de 24 horas após a coleta e, mesmo se mantida refrigerada, possui uma vida útil máxima de 12 horas, sendo então necessário submetê-lo a processos de conservação (CEDRIM, 2018; SILVA et al., 2017; SOUZA, 2015).

### 3.2.2 Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) mostrada na Figura 4 possui um fruto com grande potencial como fonte natural de vitamina C e sua grande capacidade de aproveitamento industrial, têm atraído o interesse dos fruticultores e passou a ter importância econômica em várias regiões (MACIEL et al., 2016). O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de acerola no mundo, existem plantios comerciais em praticamente todos os estados brasileiros, contudo, é na região nordestina, por suas condições de solo e clima, onde a acerola melhor se adapta (NOGUEIRA et al., 2002).

Figura 4. Vista integral da aceroleira.



Fonte: LEMINSKI, 2011.

A acerola é o fruto da aceroleira, cuja fotografia é mostrada na Figura 5, é uma drupa, carnosa, variando na forma, tamanho e peso. O epicarpo (casca externa) é uma película fina; o mesocarpo é a polpa e o endocarpo é constituído por três caroços unidos, com textura pergaminácea, que dão ao fruto o aspecto trilobado. Cada caroço pode conter no seu interior uma semente, com 3 a 5 mm de comprimento, de forma ovóide e com dois cotilédones (ALMEIDA et al., 2002).

Figura 5. Frutos da aceroleira *in natura*.



Fonte: LOCKWOOD, 2015.

Apesar da maior parte da produção encontrar-se vinculada ao setor agroindustrial, com vistas ao aproveitamento dos frutos, parte considerável não é aproveitada devido à alta perecibilidade dos frutos, estimando-se em 40% as perdas pós-colheita (COELHO et al., 2003).

### 3.2.3 Buriti (*Mauritia flexuosa* L.)

O buritizeiro (*Mauritia flexuosa* L.) é uma palmeira típica do Cerrado brasileiro, pode ser encontrado nos estados do Pará, Amazonas, Amapá, Rondônia, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Ceará, Maranhão, Piauí, Tocantins e norte de São Paulo. As palmeiras de buriti, mostradas na Figura 6, estão amplamente distribuídas nas zonas tropicais de todo o mundo, principalmente em regiões onde o índice pluviométrico é alto, é uma das mais importantes espécies nativas com potencial econômico na América Latina. É um fruto sazonal, e sua frutificação em maior escala ocorre nos meses de dezembro a junho na maioria das regiões (LIMA et al., 2009; MANHÃES, 2007; SILVA et al., 2008).

A palmeira de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) pertence à família Arecaceae, alcança de 20-30 m de altura, com tronco (estipe) solitário e ereto, sem ramificação, liso e com anéis uniformemente espaçados, de 30-60 cm de diâmetro, no ápice do estipe encontra-se uma coroa

de 20 folhas de até 4 m de comprimento (LIMA et al., 2009).

Figura 6. Vista integral do buritizeiro.



Fonte: RABELO et al., 2018.

O fruto do buritizeiro é uma drupa globoso-alongada, conforme a fotografia da Figura 7, de 4-7 cm de comprimento constituída de epicarpo formado de escamas rombóides de cor castanho-avermelhada, o mesocarpo é representado por uma massa espessa de cor alaranjada e o endocarpo esponjoso envolve sua amêndoa (LIMA et al., 2009; CARNEIRO; CARNEIRO, 2011).

Figura 7. Frutos do buritizeiro *in natura*.



Fonte: HAMACEK, 2012.

O buriti (*Mauritia flexuosa* L.) é uma fruta muito usada na fabricação de doces, geléias, sucos e sorvetes. Uma utilidade peculiar do buriti é a produção de uma bebida fermentada conhecida por "vinho de buriti", muito consumida na região norte do país (GONÇALVES, 2008; HAMACEK, 2012).

### 3.2.4 Cajá (*Spondias lutea* L.)

A cajazeira (*Spondias lutea* L.) ilustrada na Figura 8 é nativa da América Tropical e no Brasil. Está dispersa de forma espontânea ou subespontânea em matas, campos de pastagens e em pomares domésticos dos Estados do Norte e Nordeste, sendo considerada uma espécie em domesticação (COELHO et al., 2010). Pode atingir uma altura de 30 m e é uma das fruteiras com maior potencial para ser explorada pela agroindústria (GOUVEIA et al., 2003).

Figura 8. Vista integral da Cajazeira



Fonte: MAURO, 2019

O cajá também denominado de taperebá e cajá-mirim é um fruto do tipo drupa, ovoide, de até 6 centímetros de comprimento, como mostra a fotografia que representa a Figura 9. Possui coloração amarelo brilhante na casca fina e lisa, perfumado, com mesocarpo carnoso, amarelo, contendo carotenóides, açúcares, vitaminas A e C (MACIEL et al. (2016)). A procura pelos frutos da cajazeira, deve-se principalmente às boas características para a industrialização, aliadas ao aroma, sabor e valor nutricional (MATTIETTO; LOPES; MENEZES, 2007).

Figura 9. Frutos da cajazeira *in natura*.



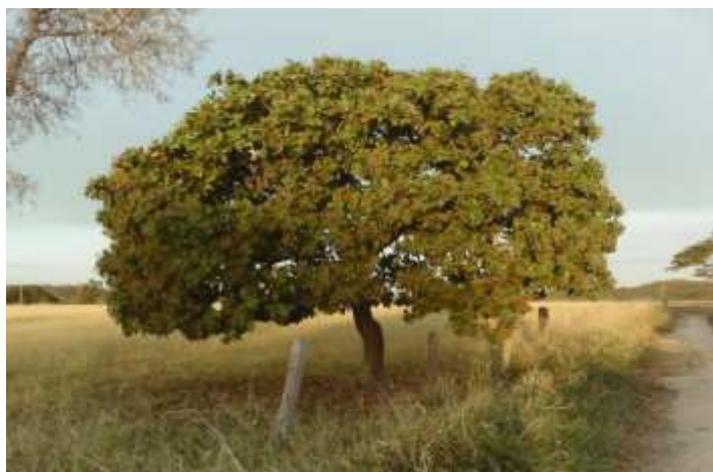
Fonte: Autor, 2019.

A comercialização do cajá é feita na forma do produto *in natura* sendo, também, utilizado na fabricação de sorvetes, geléias, polpa congelada e produção de bebidas alcoólicas, despertando grande interesse, não apenas para o mercado regional, mas também para outros locais do país (ANSELMO et al., 2006). Como a maioria das frutas, grande parte da colheita do cajá é desperdiçada, é um fruto perecível havendo a necessidade de um processo que possibilite sua armazenagem e comercialização por um longo período de tempo (GADELHA et al., 2009).

### 3.2.5 Caju (*Anacardium occidentale L.*)

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) da Figura 10 é uma planta nativa do Brasil, sua cultura há alguns anos, passou a ser encarada como uma promissora fonte de renda nas regiões norte e nordeste do país, ocupando lugar de destaque entre as plantas frutíferas tropicais, possuindo comercialização de seus produtos principais a amêndoa e a polpa extraída do seu pseudofruto (MOURA et al., 2004).

Figura 10. Vista integral do cajueiro.



Fonte: WILL, 2008.

O caju é um fruto reniforme como mostrado na Figura 11, geralmente conhecido por castanha de caju, e um pseudofruto, que é o pedúnculo hipertrofiado e carnoso. A castanha ocupa 10% do seu volume total e o pseudofruto 90%. Este fruto é altamente perecível, ademais, possui uma casca muito frágil, o que dificulta o seu manuseio e transporte das áreas de produção aos mercados de consumo ou à indústria (DANTAS FILHO et al., 2007).

Figura 11. Frutos do cajuzeiro *in natura*.



Fonte: WILL, 2008.

### 3.2.6 Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é encontrado naturalmente em florestas tropicais brasileiras, especialmente nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Rondônia e Acre, enquanto as culturas comerciais podem ser encontradas em outros estados, por exemplo, na Bahia (PUGLIESE, et al., 2013). O Cupuaçuzeiro, mostrado na Figura 8, é uma árvore de porte pequeno a médio que pertence à família do cacau e pode alcançar até 20m de altura, sua fruta já foi uma fonte primária de alimento na floresta amazônica tanto para as populações indígenas quanto para os animais (PIRES, 2017).

Figura 12. Vista integral do cupuaçuzeiro.



Fonte: Mende, 2011.

O cupuaçu mostrado na Figura 13, tornou-se conhecido por sua polpa cremosa de sabor exótico, é uma fruta peculiar: grande, pesada, volumosa, e de aroma muito característico (SAID, 2011).

Figura 13. Frutos do cupuaçuzeiro *in natura*.



Fonte: Autor, 2019.

A polpa, principal subproduto na escala comercial da espécie, possui excelente aceitação no mercado e larga escala de uso pela indústria alimentícia, com ramificações no mercado nacional e internacional (COSTA, 2017). Contudo, este segmento industrial geralmente utiliza apenas a polpa do fruto, bastante apreciada para o preparo de sucos, doces, compotas, biscoitos, bolos, pudins, tortas, geléias, sorvetes, picolés, bombons, entre outros usos, sendo os demais subprodutos, como a semente e casca, pouco aproveitados pelos produtores de cupuaçu (SOCHA; PINHEIRO, 2016).

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

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) (Figura 14) é uma planta dicotiledônea da família leguminosae e subfamília Caesalpinioideae. Nativo da África Equatorial, Índia e Sudeste Asiático, se desenvolve em regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, a fruta é muito consumida nas regiões Norte e Nordeste *in natura* e em forma de polpa, é bastante utilizada para preparos de doces, sorvetes e geleias, tendo se adaptado a essas regiões facilmente, devido às altas temperaturas do clima (COSTA, 2017; QUEIROZ, 2010).

Figura 14. Vista integral do tamarindeiro.



Fonte: QUEIROZ, 2010.

Frutífera, pode atingir, em média, 25 metros de altura, seu fruto é formado por uma vagem alongada, apresentando de 5 a 15 cm de comprimento, com casca pardo-escura, lenhosa e quebradiça, contendo de três a oito sementes, envolvidas por uma polpa parda e ácida, como ilustra a fotografia que representa a Figura 15. O tamarindo geralmente é colhido na estação seca do ano, oferecendo desse modo, um retorno econômico potencial em mercados locais quando o alimento é escasso (HAMACEK, 2012; COSTA, 2017).

Figura 15. Frutos de tamarindeiro *in natura*.



Fonte: Carlos, 2017.

A colheita de frutas ocorre em um período curto de tempo e em datas específicas do ano, havendo a necessidade de desenvolver formas de conservar esses alimentos para garantir a sua disponibilidade durante a época de escassez, originando assim, diversos métodos de conservação de alimentos. A maioria destes métodos busca reduzir a quantidade de água disponível no

alimento para eliminar a carga microbiana inicial e evitar a proliferação de microrganismos que possam deteriorar o alimento (FELLOWS, 2006). A utilização do sal e a secagem foram os primeiros métodos utilizados na conservação de alimentos, a esterilização, desenvolvida por Nicolas Appert, e a pasteurização, em 1860, por Louis Pasteur representaram grande avanço no ramo (RAMOS et al., 2006).

Os métodos térmicos foram aprimorados, constituindo em uma forma eficiente de se promover a estabilização de um alimento. Porém, este método transfere grande quantidade de calor, aumentando a agitação molecular e atuando em todos os componentes. O congelamento é um dos processos mais indicados para a preservação das propriedades químicas, nutricionais e sensoriais de polpas de frutas, no entanto, apresenta custos de produção, transporte e armazenamento relativamente elevados (FARAONI et al., 2008).

Os microrganismos não são considerados um grande problema em alimentos congelados, pois estes não crescem em temperaturas usuais de congelamento (-18°C). No entanto, a ação das enzimas é preocupante, pois pode provocar significativas alterações de cor e sabor em polpas de frutas congeladas, o ideal então, seria a utilizar a tecnologia de barreiras, onde há combinação de vários métodos de conservação (BASTOS et al., 2008; FELLOWS, 2006).

Para o processamento das polpas de frutas e conservação das mesmas é necessário a utilização de técnicas como a pasteurização e o congelamento (FERRAZ et al., 2019). Para a realização desses processos, sem que haja mudanças sensoriais, nutricionais e estruturais nas polpas, é necessário conhecer as propriedades térmicas de cada alimento (ANTUNES, 2014; DIAS et al., 2019; SANCHES *et al.*, 2010).

### **3.3 Propriedades térmicas**

As propriedades térmicas são observadas quando calor é adicionado ou removido de um material, e se tornam importantes em qualquer projeto que precise funcionar em qualquer ambiente térmico. O dimensionamento dos equipamentos utilizados no processamento de alimentos exige dados precisos das propriedades térmicas dos produtos, tais como condutividade térmica, difusividade térmica e calor específico, e de como essas propriedades se comportam durante o processo, em função da temperatura (MOURA; FRANÇA; LEAL, 2003; SANTOS, 2005).

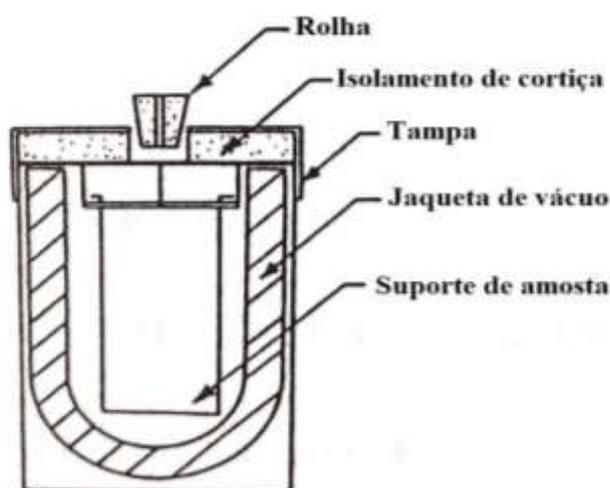
O seu conhecimento é essencial para a simulação dos processos no interior de alimentos durante as operações de processamento, além de ser importante para as estimativas dos tempos de processamento e da carga térmica dos produtos (SANCHES, et al., 2010). O calor específico é uma propriedade crítica em muitas aplicações, pois a quantidade de varia de acordo com cada material (RESENDE; SILVEIRA JR. 2002; SANCHES, et al., 2010).

### 3.3.1 Calor Específico

O calor específico pode ser definido como a quantidade de calor que deve ser transferida a 1g de uma substância para que a sua temperatura seja elevada em 1°C, essa quantidade de calor varia de substância para substância (RAHMAN, 1995). Desta maneira, quanto maior o calor específico de um corpo, mais lentamente ele absorverá ou liberará energia para outro corpo (ALBUQUERQUE et al., 1980).

A determinação do calor específico de uma substância pode ser obtida por diferentes técnicas de medição. Dentre os métodos mais conhecidos está o das misturas, proposto por Mohsenin (1980), o qual se baseia no estabelecimento do equilíbrio térmico de massas conhecidas de água e produto com diferentes temperaturas, como mostra a Figura 16, em um calorímetro com capacidade calorífica conhecida (ALMEIDA, 2012).

Figura 16. Calorímetro com revestimento a vácuo (calorímetro de misturas).

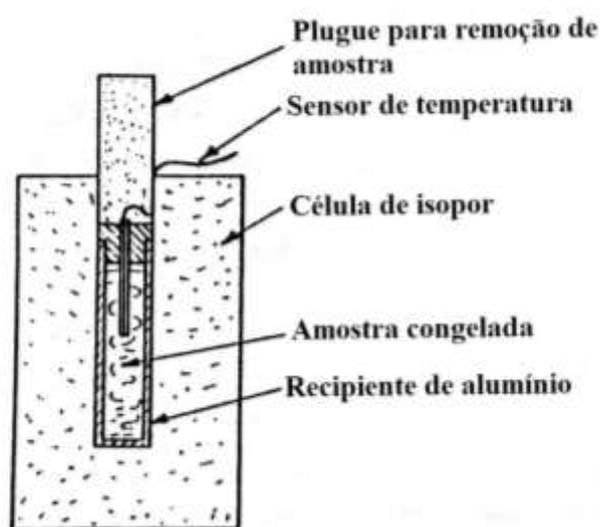


Fonte: Mohsenin, 1980

Os métodos de calorímetro adiabático e o calorímetro diferencial de varredura (DSC, das siglas em inglês) também são amplamente utilizados. O calorímetro adiabático é um método proposto por Moline et al. (1961) que minimiza a troca de calor com as vizinhanças, este

calorímetro está representado na Figura 17, o método é indicado para medição de calor específico de produtos congelados. Consiste em uma espuma de poliestireno retangular com um furo cilíndrico no centro, no qual um recipiente de alumínio contendo a amostra pode ser colocado, possui um plugue de poliestireno inserido no topo da célula para evitar a rápida transferência de calor para a amostra (SILVA, 1997).

Figura 17. Calorímetro adiabático.



Fonte: Moline et al., 1961.

No calorímetro diferencial de varredura, a quantidade de energia necessária para mudar a temperatura da amostra é comparada com a energia necessária para mudar a temperatura de um material de referência, a uma mesma taxa de aquecimento (SILVA, 1997).

Combinações de métodos também têm sido utilizadas visando o conhecimento do calor específico de substâncias. Por exemplo, Almeida (2012) e Ferraz (2018) em seus experimentos, utilizaram um calorímetro adiabático, porém o controle da temperatura foi realizado por resistores que transformam a energia elétrica em energia térmica, ou seja, usaram o Efeito Joule para determinar, através da potência elétrica fornecida ao sistema, a quantidade de calor que este recebe por unidade de tempo e assim realizar os balanços de energia correspondentes.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAIS

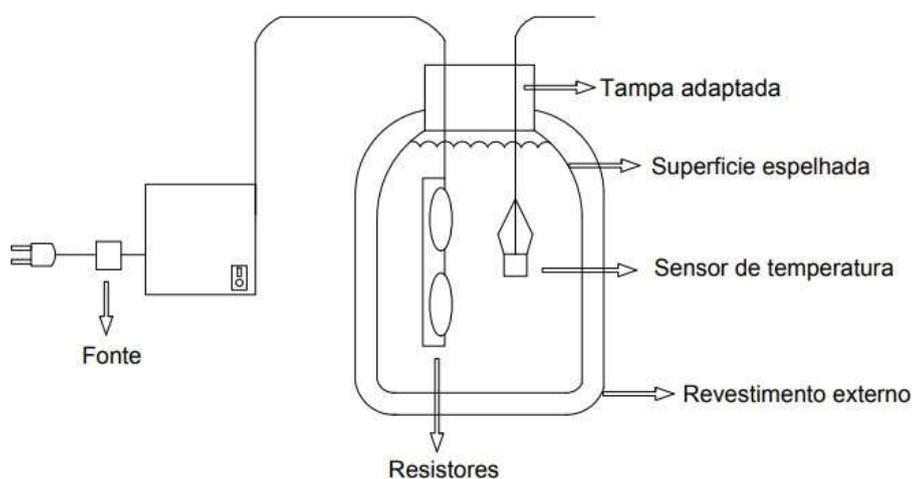
#### 4.1.1 Polpas de frutas

As polpas de açaí, acerola, buriti, cajá, caju, cupuaçu e tamarindo foram adquiridas em feiras locais da cidade de Palmas – TO, as quais foram acondicionadas e transportadas para o Laboratório de Operações Unitárias situado na Universidade Federal do Tocantins - UFT, campus de Palmas, onde foram armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.1.2 Calorímetro

O calorímetro foi construído conforme metodologia descrita por Almeida (2012) e Ferraz et al. (2019), com algumas adaptações. Foram feitas modificações em uma garrafa térmica de 250 ml, sua tampa foi perfurada para passagem de fios de cobre esmaltados ligados a um sensor de temperatura e ao sistema de aquecimento, conforme apresentado no esquema da Figura 18.

Figura 18. Esquema de montagem do calorímetro.



Fonte: Ferraz et al. (2019).

O sistema de aquecimento estava composto por dois resistores de  $10\Omega$  conectados em série ligados a uma fonte de energia elétrica. A energia elétrica foi transformada em energia térmica por intermédio do sistema resistivo e, através da potência fornecida foi possível determinar a quantidade de calor que o sistema recebeu por unidade de tempo. A potência fornecida ao sistema foi obtida por meio da Equação (1):

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (1)$$

Onde:  $P$  = Potência (W);  $V$  = Tensão (V);  $R$  = Resistência elétrica ( $\Omega$ ).

Para verificação de tempo e temperatura no interior da garrafa térmica foi utilizado um sistema composto pelo sensor LM35DZ ligado a uma *protoboard* conectada ao Arduino uno, conforme a fotografia da Figura 19. O Arduino uno é um micro controlador que monitora o tempo e as temperaturas utilizando uma linguagem de programação padrão (C/C++), e é executado na plataforma Arduino que é gratuita e não exige licença para uso. Adicionalmente, foi acoplado à *protoboard* um capacitor para filtrar os picos de temperaturas.

A plataforma Arduino é carregada com um código que realiza continuamente medidas de tempo e temperatura e as envia através de uma saída USB a um computador conectado à placa, que pode capturar essas medidas e mostrar os dados numéricos na interface do *software* Arduino (“Serial Monitor”). Com os dados na planilha, foi possível construir o gráfico com o par de coordenadas, tempo e temperatura, recebidos do sensor.

Figura 19. Sistema do calorímetro montado.



Fonte: Autor, 2019

## 4.2 METODOLOGIA

Este trabalho foi executado tanto nos Laboratórios de Operações Unitárias e Análises de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins - UFT, campus Palmas, quanto no laboratório de Pesquisa II da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, em Apucarana – PR.

#### 4.2.1 Determinação da Capacidade Calorífica do Calorímetro

Para determinação da capacidade calorífica do calorímetro, após sua montagem foi colocada no interior da garrafa uma massa de água de 100g à temperatura de 28°C, aguardou-se uma hora para que o sistema atingisse o equilíbrio térmico, decorrido esse tempo adicionou-se a esse sistema mais uma massa de água de 100g à temperatura de 0,8°C, totalizando 200g de água no interior da garrafa. Novamente aguardou-se até o sistema entrar em equilíbrio térmico. Foi considerado o princípio de conservação de energia para determinar a capacidade calorífica seguindo o balanço de energia:

$$-Q_{\text{água}} = +Q_{\text{cal}} \quad (2)$$

$$C(T_{\text{eq.}} - T_i) = m \times (-Cp_{\text{água}})(T_{\text{eq.}} - T_{i1}) - m \times (Cp_{\text{água}})(T_{\text{eq.}} - T_{i2}) \quad (3)$$

Rearranjando a equação (2):

$$C = \frac{m \times Cp_{\text{água}}(T_{i1} - T_{\text{eq.}}) + m \times Cp_{\text{água}}(T_{i2} - T_{\text{eq.}})}{(T_{\text{eq.}} - T_i)} \quad (4)$$

$$C = \frac{m \times Cp_{\text{água}}(T_{i1} - 2T_{\text{eq.}} + T_{i2})}{(T_{\text{eq.}} - T_i)} \quad (5)$$

Onde:

$Q_{\text{água}}$  = calor fornecido pela água (cal);

$Q_{\text{cal}}$  = calor absorvido pelo calorímetro (cal);

$C$  = capacidade calorífica do calorímetro (cal/°C);

$m$  = massa de água (g);

$Cp_{\text{água}}$  = calor específico da água (cal/°C);

$T_{\text{eq.}}$  = temperatura de equilíbrio (°C);

$T_i$  = temperatura inicial do calorímetro(°C).

$T_{i1}, T_{i2}$  = temperatura inicial das massas de água (°C).

Para o valor do calor específico da água foi utilizado o valor para água pura de 1 cal/g°C obtido na literatura (SANTOS; ROSA; FERNANDES, 2014).

#### 4.2.2 Experimentos com substâncias de calor específico conhecido

O calor específico de alguns materiais como álcool etílico, acetona e água, foi determinado no calorímetro construído, com o objetivo de comparar e verificar a precisão dos resultados obtidos com os resultados encontrados na literatura. Neste caso as substâncias foram introduzidas no interior do recipiente de vidro que compõe o calorímetro, foram utilizadas massas de 200g à temperatura de 20°C para cada substância analisada. As amostras foram aquecidas a uma taxa constante de 1J/s até atingir os respectivos pontos de ebulição. O calor específico foi determinado pelo seguinte balanço baseado na lei da conservação de energia:

$$Q_{res} = Q_{cal} + Q_{am}. \quad (6)$$

Onde:

$Q_{res}$  = é o calor gerado pela corrente que percorre a resistência elétrica em um determinado tempo;

$$Q_{res} = R \int_{t_1}^{t_2} I^2 dt \quad (7)$$

$R$  = resistência elétrica do condutor, em  $\Omega$ ;

$I$  = Intensidade da corrente elétrica que percorre o condutor com resistência  $R$ , em A;

$t$  = tempo em segundos;

Pela lei de Ohm:

$$IR = V \quad (8)$$

$$I = \frac{V}{R} \quad (9)$$

$V$  = diferença de potencial elétrico, em volts (V);

Substituindo em (7):

$$Q_{res} = R \int_{t_1}^{t_2} \frac{V^2}{R^2} dt \quad (10)$$

$$Q_{res} = R \frac{V^2}{R^2} \int_{t_1}^{t_2} dt$$

$$Q_{res} = \frac{V^2}{R} (t_2 - t_1) \quad (11)$$

$Q_{cal}$  é o calor absorvido pelo calorímetro,

$$Q_{cal} = Cp_{cal} \int_{T_1}^{T_2} dT \quad (12)$$

Integrando a equação (11):

$$Cp_{cal}(T_2 - T_1) \quad (13)$$

$Q_{am}$  é o calor ganho pela amostra na faixa de temperatura, sem atingir a mudança de fase (calor sensível):

$$Q_{am.} = Cp_{am.} \int_{T_1}^{T_2} dT \quad (14)$$

Integrando a equação (14):

$$Q_{am.} = Cp_{am.}(T_2 - T_1) \quad (15)$$

$Cp_{am}$  = capacidade calorífica da amostra, a pressão constante, em cal/°C;

Rearranjando a Equação linear (7):

$$Q_{res} - Q_{cal} = Q_{am.} \quad (16)$$

Substituindo as Equações (10), (11) e (15) na Equação (16), tem-se:

$$\underbrace{\frac{V^2}{R}(t_2 - t_1) - Cp_{cal}(T_2 - T_1)}_Y = \underbrace{Cp_{am.}}_M \underbrace{(T_2 - T_1)}_X \quad (17)$$

A quantidade de calor absorvida pela amostra é a diferença entre a energia total fornecida ao sistema e a absorvida pelo calorímetro. Com esses dados realizou-se uma regressão linear do calor absorvido pela amostra por unidade de massa (Y) em função da diferença temperatura (X), e o calor específico é o coeficiente angular da reta (M).

### **4.2.3 Determinação do Calor Específico das polpas**

Uma vez verificada a precisão das medidas do calorímetro, foram testados vários materiais alimentícios da região norte e centro do Brasil: polpa de açaí, acerola, buriti, cajá, caju, cupuaçu, tamarindo. A faixa de temperaturas variou de 2 a 71°C, sendo diferente para cada substância analisada, segundo esta permaneceu sem mudança de fase.

A polpa foi colocada no interior do calorímetro, aguardando-se cerca de 5 minutos para adaptação da polpa ao meio. A tampa do calorímetro foi fechada e em seguida a fonte de energia foi ligada dando início ao experimento. Cada experimento durou em média 46 min e as amostras foram aquecidas a uma taxa constante de 1 J/s. Repetiu-se o procedimento para cada polpa.

### **4.2.4 Caracterização Físico-química das polpas**

As polpas foram caracterizadas com relação a umidade, pH e sólidos solúveis totais. As análises foram realizadas seguindo os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), para análise de alimentos.

#### **4.2.4.1 Umidade**

A umidade da polpa foi determinada pela técnica gravimétrica, por secagem em estufa de ventilação (400-TD) à temperatura de 105°C, até a obtenção de peso constante. A análise foi realizada em triplicata.

#### **4.2.4.2 pH**

O pH foi determinado utilizando-se um potenciômetro de bancada devidamente calibrado.

#### **4.2.4.3 Sólidos solúveis**

As amostras de polpa foram homogeneizadas, e duas gotas foram transferidas para o refratômetro de bancada, em escala graduada de °Brix.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Capacidade calorífica e validação do calorímetro

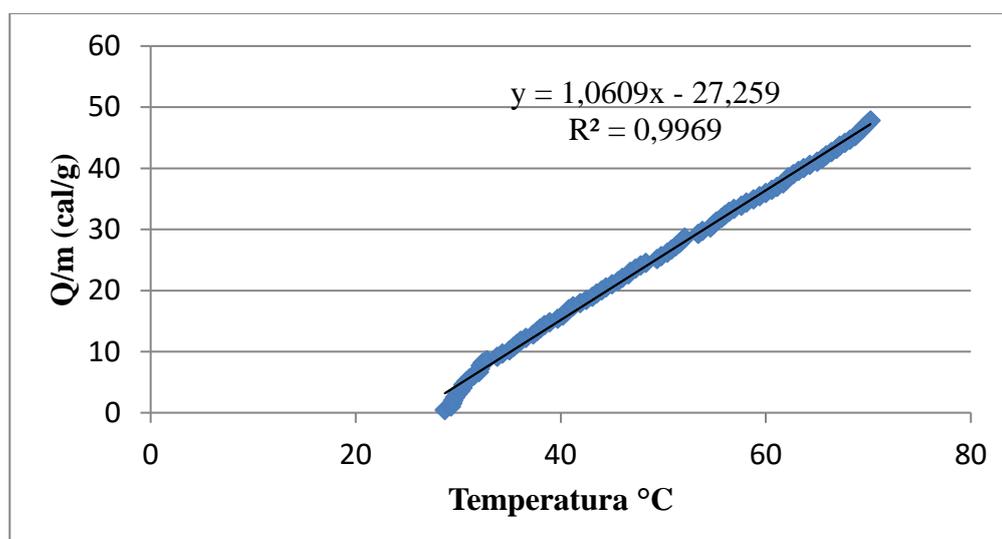
Utilizando a Equação (5) para a determinação da capacidade calorífica do calorímetro foi encontrado o valor de 0,316 cal/g °C. A partir desta informação foi possível avaliar a precisão do sistema determinando o calor específico de algumas substâncias conhecidas, a través da Equação (17).

$$C = \frac{(100g \times 1 \frac{cal}{g^{\circ}C} (28 - 2 * 16,3 + 0,8)^{\circ}C)}{((16,3 - 28,3)^{\circ}C)}$$

$$C = 31,67 \frac{cal}{^{\circ}C}$$

A partir dos dados obtidos com o cálculo da capacidade calorífica foi possível encontrar o calor específico da água, que foi de 1,06 cal/g°C (Figura 20), através de um ajuste linear que descreve a relação Q/m vs. T. O resultado é muito próximo ao encontrado por vários autores da literatura, Almeida, 2012 e Ferraz et al, 2018 encontraram valores de 1,04 cal/g°C e 1,058 cal/g°C, respectivamente. Esses resultados indicam a eficiência do método e do sistema desenvolvido.

Figura 20. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para água.

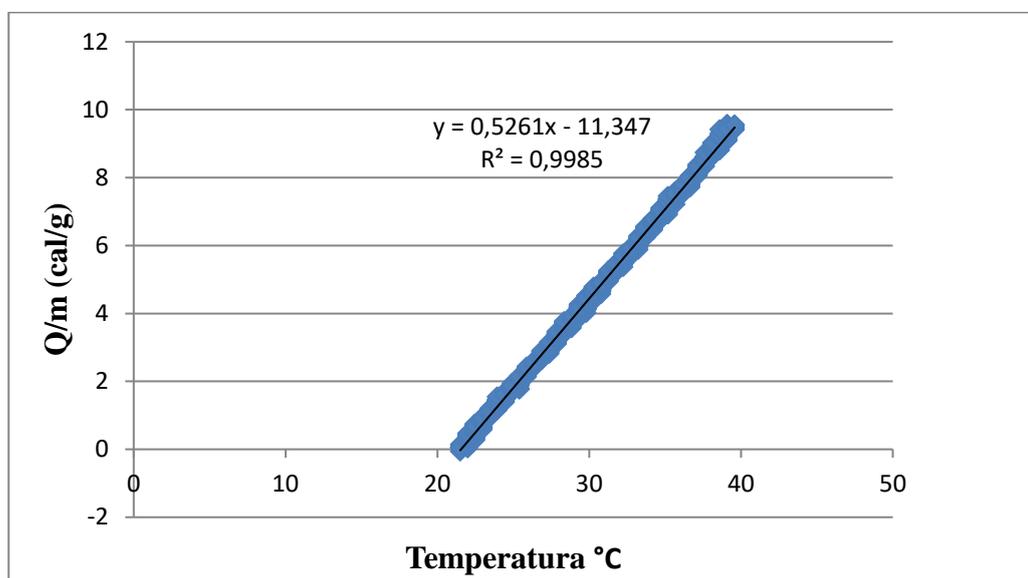


Fonte: Autor, 2019

Analogamente, foi feita a análise para acetona e álcool etílico, e foi encontrado 0,52

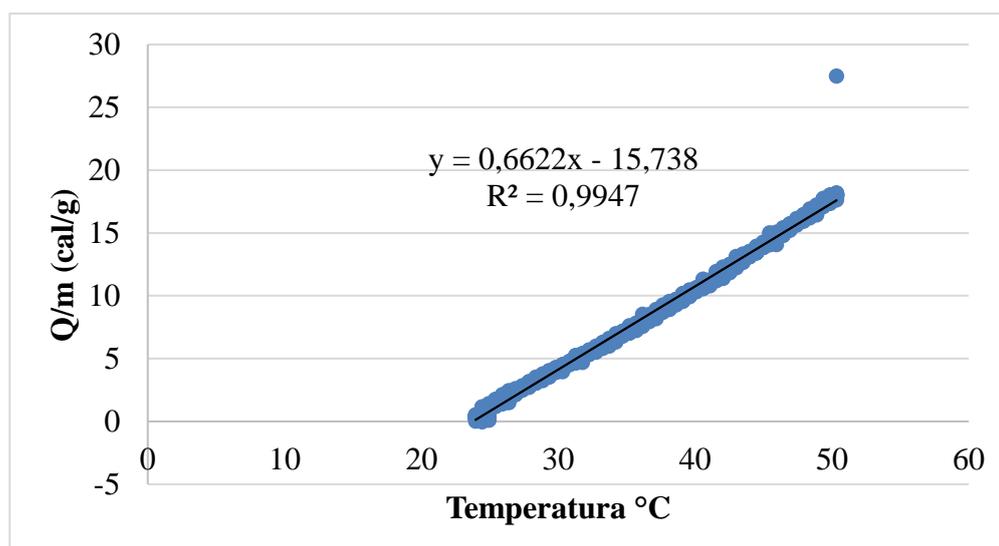
cal/g°C e 0,66 cal/g°C, respectivamente. Na Figura 21 e 22 está representado a quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para a acetona e álcool etílico.

Figura 21. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para acetona.



Fonte: Autor, 2019

Figura 22. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para o álcool etílico.



Fonte: Autor, 2019

Os resultados encontrados corroboram com os resultados obtidos em estudos realizados por Almeida (2012) e Ferraz (2018), que ao avaliarem o calor específico da água encontraram resultados muito próximos ao encontrado no presente trabalho. Para os valores do calor

específico da acetona e álcool etílico ambos apresentaram valores condizentes com a literatura, os valores reportados pela literatura são 0,51 cal/g°C para acetona e 0,65 cal/g°C, para o álcool etílico (SANTOS; ROSA; FERNANDES, 2014).

Como os resultados obtidos para as substâncias conhecidas foram bem próximos aos encontrados na literatura, com erros menores que 10%, então se procedeu à realização dos experimentos com as polpas de frutas.

## 5.2 Caracterização Físico-química e calor específico das polpas

### 5.2.1 Caracterização Físico-química

A caracterização das polpas foi realizada considerando os teores de umidade, sólidos solúveis e pH para todas as polpas. A Instrução Normativa N° 37, de 01 de outubro de 2018, regulamenta os padrões de identidade e qualidade para sucos e polpas de frutas (Tabela 2), a instrução não traz valores mínimos e/ou máximos para umidade, que neste estudo variou de 72 a 92 % (Tabela 3), entretanto, para sólidos solúveis e pH há padrões a serem seguidos, que variam de acordo com a fruta. Seguindo a Instrução Normativa, todos os parâmetros avaliados neste estudo estão em conformidade com a mesma.

Tabela 1. Valores mínimos e/ou máximos para os parâmetros analisados de acordo com a legislação vigente.

Polpa	Instrução normativa		
	Sólidos solúveis	pH	
	(°Brix)	Mínimo	Máximo
Açaí	-	4	6,2
Acerola	5,5	2,8	-
Buriti	4,5	3,5	-
Cajá	9	2,2	-
Caju	10	-	4,6
Cupuaçu	9	2,6	-
Tamarindo	6	2,3	-

Fonte: Brasil, 2018

Os valores encontrados para os parâmetros analisados variaram de acordo com a polpa, como mostra a Tabela 3, para umidade o menor valor encontrado foi para a polpa de tamarindo (72,43%) e o maior valor foi para a polpa de acerola (92,56%). Apresentou o menor teor de

sólidos solúveis, a polpa de açaí (3,2°Brix), embora essa não tenha sido a polpa com maior teor de umidade, o que justificaria a baixa concentração do mesmo, o maior teor de sólidos solúveis, por sua vez, foi para a polpa de tamarindo (21,1°Brix). Para pH o menor valor foi para a polpa de tamarindo (3) e o maior para o açaí (5,41).

Tabela 2. Valores de umidade, sólidos solúveis e pH para cada polpa.

Polpa	Parâmetros analisados		
	Umidade (%)	Sólidos solúveis (°Brix)	pH
Açaí	83,97±0,03	3,2±0	5,41±0
Acerola	92,56±0,02	6,8±0	3,62±0
Buriti	80,08±0,32	4,9±0	3,91±0
Cajá	87,56±0,23	12,2±0	3,1±0
Caju	86,66±0,22	12,3±0	3,88±0
Cupuaçu	85,39±0,32	12,1±0	3,65±0
Tamarindo	72,43±0,33	21,1±0	3±0

Fonte: Autor, 2019

Os valores encontrados em °Brix e pH para as polpas analisadas neste estudo mostram-se dentro do que preconiza a legislação brasileira, entretanto, ao analisar estudos realizados por outros autores percebeu-se diferenças significativas para o mesmo parâmetro de uma mesma polpa, estes valores podem estar relacionados a vários fatores como colheita do fruto (PEREIRA et al. 2017), grau de maturação dos frutos e variedade da fruta.

Pereira et al. (2017), ao avaliarem a polpa de açaí encontraram alguns valores de °Brix aproximados e outros inferiores ao obtido neste trabalho, enquanto umidade e pH foram bem similares. Canuto et al. (2010), embora tenha obtido um valor muito semelhante ao encontrado neste trabalho para a umidade (83,3%), para sólidos solúveis encontrou um valor muito superior (18,0 °Brix) e para pH encontrou um valor inferior (3,3), o que confirma que a composição do açaí, assim como de outras frutas, podem variar de acordo com o período da coleta e com o grau de maturação dos frutos.

Em seus trabalhos, Silva et al. (2010) e Maciel et al. (2016) analisaram a polpa de acerola e encontraram valores de 94,76 e 94,36% para umidade, respectivamente, valores esses que são bastante aproximados ao encontrado neste trabalho, para sólidos solúveis e pH, assim como para umidade, esses autores encontraram valores muito próximos dos apresentados neste estudo, Silva et al. (2010) encontrou 6,7 °Brix, para os sólidos solúveis e 3,9 para pH, enquanto Maciel et al. (2016) encontrou 5,50 °Brix, para os sólidos solúveis e 3,4 para pH. Para os mesmos parâmetros,

Canuto et al. (2010) encontrou um valor mais elevado (97,5%) para umidade, e valores muito inferiores para sólidos solúveis (3,5°Brix) e pH (2,8) quando comparado ao valor encontrado neste estudo.

Os valores de umidade (79,3%) e pH (3,8) encontrados por Souza (2013) para polpa de buriti, corroboram com os resultados descritos neste trabalho, dando diferença significativa apenas para o valor de sólidos solúveis (4°Brix). Canuto et al. (2010), por sua vez, encontrou valores mais aproximados para sólidos solúveis (4,5°Brix) e pH (3,5), para a umidade o valor (89,9%) encontrado por eles foi muito superior ao determinado neste estudo.

Os resultados obtidos para polpa de cajá corroboram com os encontrados por Dantas et al. (2012), ao avaliarem essa polpa eles obtiveram valores muito semelhantes ao encontrado neste trabalho para umidade (88,60%) e para pH (2,99), apresentando diferença significativa apenas para sólidos solúveis (10,08°Brix), que foi o único parâmetro encontrado por Freitas (2017) que apresentou valor aproximado (11,3°Brix). Nas análises realizadas por Canuto et al. (2010) apenas pH (2,9) apresentou valor aproximado, umidade (91,7%) e sólidos solúveis (6°Brix), apresentaram valores superior e muito inferior, respectivamente ao apresentado neste trabalho.

Avaliando os resultados obtidos para a polpa de caju foi possível observar que os valores de sólidos solúveis e pH são aproximados dos valores encontrados por Gadelha et al. (2009), que encontraram 11,52° Brix e 3,85, respectivamente. Santos Filho (2016) em seu trabalho encontrou para umidade (85,51%) valor semelhante ao descrito neste trabalho. Para os parâmetros umidade e pH da polpa de cupuaçu Socha e Pinheiro, 2016 e Silva et al. (2016), encontraram respectivamente, 85,03% e 3,35, valores esses parecidos ao descrito neste estudo, para sólidos solúveis os valores mencionados por Silva et al. (2016) e por Canuto et al. (2010) são bem inferiores, 8,4 e 9°Brix.

Canuto et al. (2010) ao avaliar a polpa de tamarindo encontrou valores similares aos descritos neste trabalho para umidade (75%) e para sólidos solúveis (24°Brix), o valor de pH (2,5) foi um pouco inferior, Hamacek (2012) encontrou o valor de pH (2,95) com mais semelhança ao descrito neste trabalho.

### 5.2.2 Calor específico das polpas

Assim como para a água, acetona e álcool etílico, para o cálculo do calor específico ( $C_p$ ) das polpas de frutas também foram realizadas regressões lineares da ( $Q/m$ ) vs.  $T$ , onde o coeficiente angular da reta corresponde ao calor específico das amostras de polpas, conforme as informações fornecidas na Tabela 3 e nas Figuras 23 a 29 tem-se um calor específico mínimo de 0,45 cal/g°C e máximo de 0,92 cal/g°C, para o açaí e acerola, respectivamente.

Tabela 3. Dados utilizados para cálculo do calor específico ( $C_p$ ) e valores do mesmo referente a cada polpa de fruta

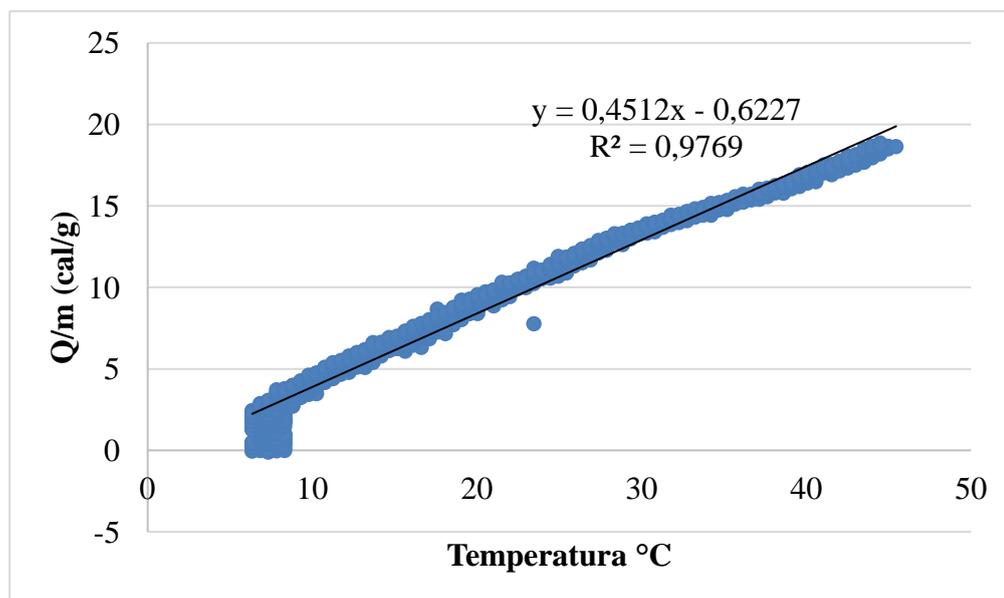
Polpas	Massa da amostra (g)	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Final (°C)	Duração do experimento (min)	$C_p$ (cal/g°C)
<b>Açaí</b>	217	7±1	45±1	40±1	0,451
<b>Acerola</b>	209	4±1	21±1	26±1	0,925
<b>Buriti</b>	200	7±1	71±1	85±1	0,819
<b>Cajá</b>	220	3±1	44±1	58±1	0,781
<b>Caju</b>	220	5±1	63±1	52±1	0,518
<b>Cupuaçu</b>	211	3±1	55±1	47±1	0,634
<b>Tamarindo</b>	221	3±1	23±1	17±1	0,646

Fonte: Autor, 2019

Na Figura 23 podemos analisar como a polpa de açaí teve um comportamento linear frente ao aumento da temperatura. As medidas de temperatura para essa polpa variaram de 8 a 45°C, decorrido o tempo do experimento pode-se encontrar o calor específico para a polpa de açaí de 0,451 cal/g°C.

Existem na literatura outros estudos que determinam as propriedades termofísicas de frutas. Pereira (2001) ao determinar o calor específico da polpa de açaí pelo método calorimétrico de misturas encontrou um valor de 0,83 cal/g°C, Ashrae (1981) encontrou para ameixa, cereja, pêra e outras frutas com teor de umidade próxima a do açaí um valor de 0,45 cal/g°C. Ferraz (2018) ao avaliar polpa de murici (*Bysonima crassifolia*) *in natura* utilizando o método descrito neste trabalho encontrou um valor de  $c_p$  de 0,54 cal/g°C. Pode-se inferir que frutas com composição similar podem apresentar propriedades térmicas similares.

Figura 23. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para o açaí.

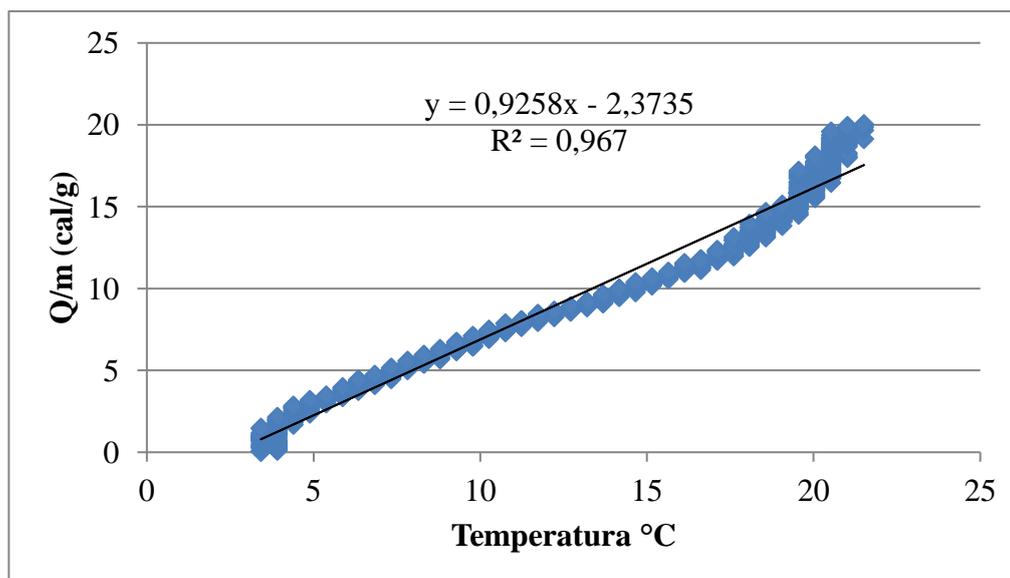


Fonte: Autor, 2019

Os experimentos para a polpa de acerola foram conduzidos na faixa de temperatura de 4 a 21°C como mostra a Figura 24, para a amostra de acerola foi utilizado uma massa de 209g que foi aquecida em torno de 26 minutos a uma taxa constante de  $\pm 1$  J/s para atingir a temperatura máxima para essa amostra neste experimento. Nestas condições, e levando em consideração o teor de umidade da amostra que foi de 92,52%, encontramos o maior valor para o calor específico das polpas de frutas analisadas neste trabalho, que foi de 0,925 cal/g°C.

Os resultados encontrados por Mattos (2007) ao analisar o calor específico da polpa de acerola pelo método de misturas corroboram com os valores encontrados neste estudo para umidade e calor específico, os valores citados por ele é de 90,78% de umidade e de 0,916 cal/g°C, para calor específico.

Figura 24. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para a acerola.



Fonte: Autor, 2019

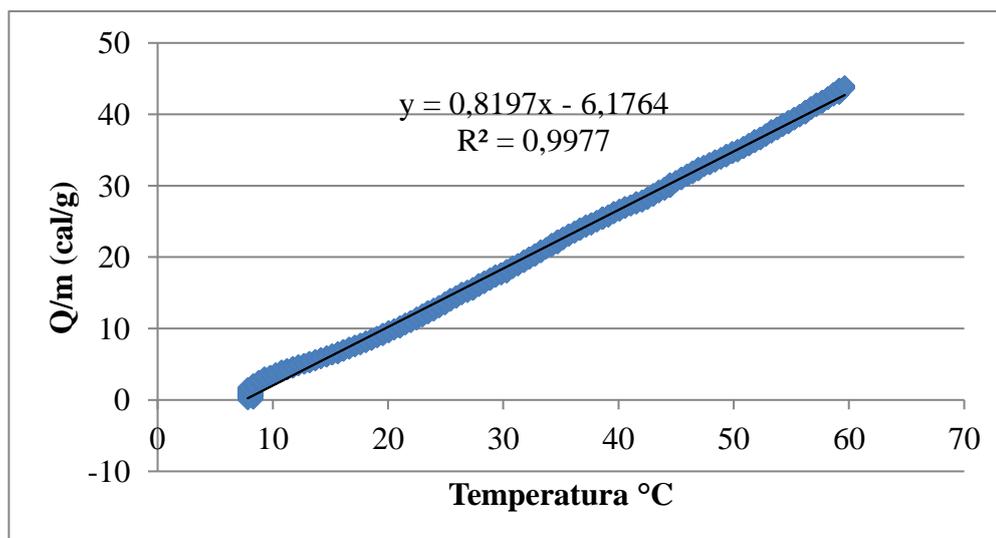
Podemos observar que o teor de umidade está diretamente relacionado com o valor do calor específico. Assim, a amostra que contém o maior teor de umidade apresentado neste trabalho possui também o maior calor específico, esta relação pode ser confirmada por Souza (2008) em seu trabalho envolvendo as propriedades termofísicas para polpas umbu e jaca, no qual as amostras que apresentaram maior calor específico também possuíam maior teor de umidade. De forma similar foram os resultados encontrados por Silva (1997) para diversas polpas.

Essa valores diretamente relacionados com a umidade o e calor específico podem ser confirmados também por equações, na qual os modelos lineares simples ajustados possuem altos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e significância dos parâmetros ( $p \leq 0,05$ ), assim como descrito por alguns autores (SOUZA, 2008; VIANA, 2010).

Para a polpa de buriti, a quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura está ilustrada na Figura 25. Para esta polpa a variação de temperatura foi de 7 a 71°C para a massa de 200 gramas, para atingir a temperatura final do experimento foram necessários 85 minutos. Esta amostra apresentou um calor específico de 0,819 cal/g°C.

Souza (2008) obteve em seu trabalho, para a polpa de jaca com teor de umidade de 80%, um calor específico de 0,81cal/g°C, esse mesmo valor foi observado para o calor específico da polpa de buriti que apresentou também o mesmo teor de umidade. Podemos observar na Figura 25 que a polpa de buriti teve um comportamento linear bem definido.

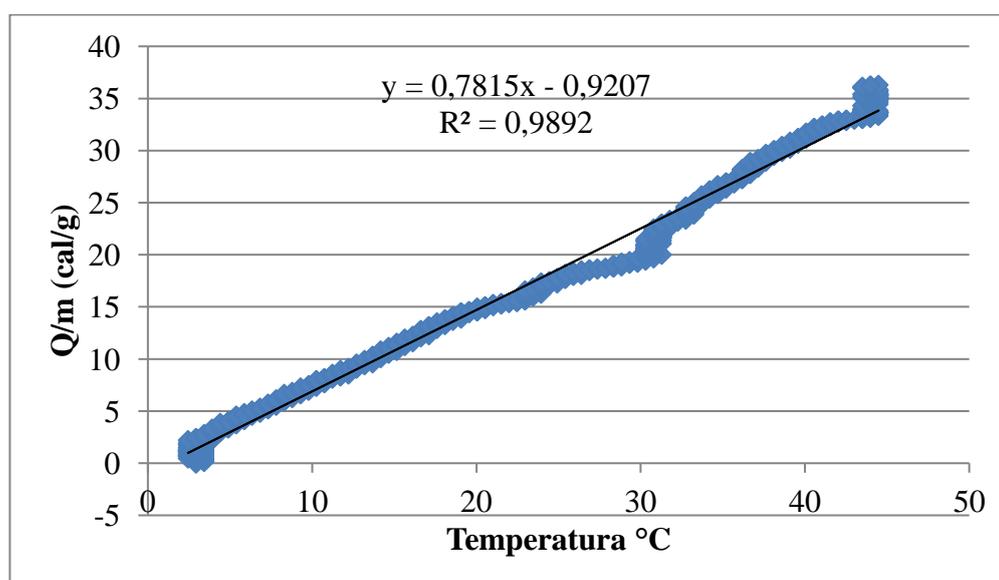
Figura 25. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para Buriti.



Fonte:Autor,2019

Para as figuras 26 e 27 temos os resultados dos experimentos da polpa de cajá e de caju. Para essas polpas o teor de umidade e sólidos solúveis encontrados foram muito próximos entre si, como mostrado na Tabela 3. Apesar das semelhanças nas características, apresentaram tempo e temperaturas finais do experimento diferentes, a polpa de cajá com 58 minutos de teste conseguiu atingir uma temperatura máxima de 44°C, já a polpa de caju para um tempo inferior conseguiu atingir uma temperatura máxima de 63°C, utilizando a mesma taxa de aquecimento.

Figura 26. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para cajá

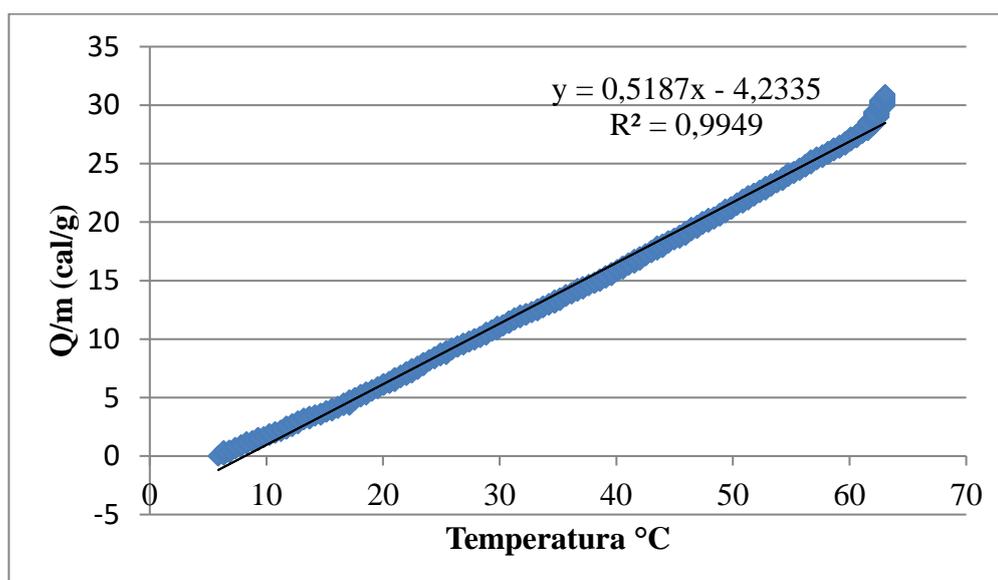


Fonte:Autor,2019

Essa relação entre tempo e temperatura é o princípio da calorimetria, pois quanto maior o calor específico de um corpo, mais lentamente ele absorverá energia (ALBUQUERQUE et al., 1980). Isso pode ser observado pelos resultados para o calor específico da polpa de cajá, a qual obteve para essa propriedade um valor de 0,781 cal/g°C, um dos tempos mais longos de experimentação.

Souza (2008) e Sousa (2013) também observaram em seus experimentos que embora possuem a mesma porcentagem de umidade, suas amostras tiveram valores de calor específico distintos, como o encontrado neste trabalho para as polpas de cajá e caju, isso se explica pelo fato de que alguns componentes dos alimentos, como os carboidratos e cinzas, podem contribuir para a diminuição desses valores. Entre os componentes dos alimentos, os minerais seguidos dos carboidratos são os que apresentam menores calores específicos (LEWIS, 1993).

Figura 27. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para caju



Fonte: Autor, 2019

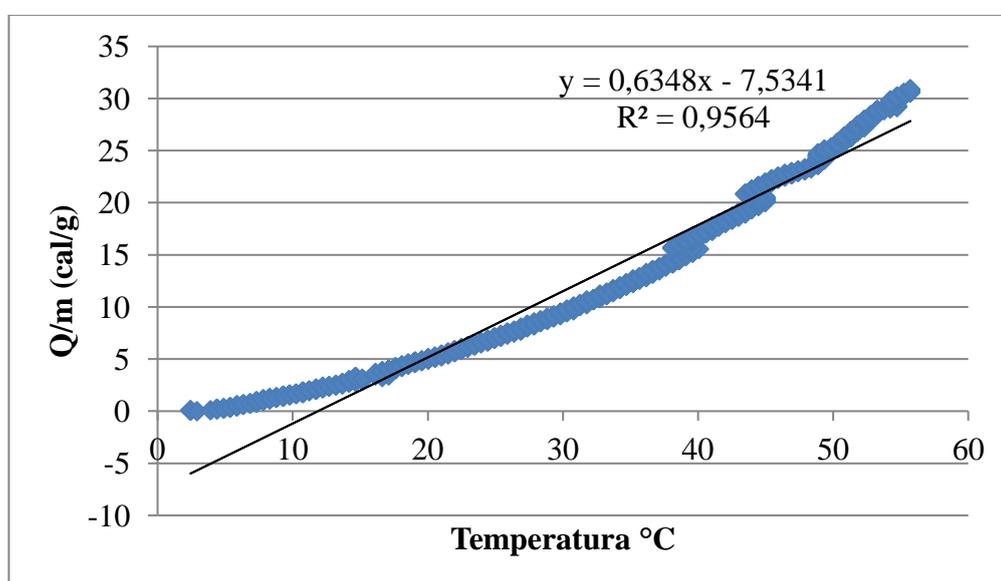
Mata, Duarte e Zanini (2005) em seu trabalho perceberam que o calor específico da polpa de cajá diminuía com a diminuição da temperatura, sendo o maior valor de calor específico encontrado por esses autores 0,59 cal/g°C para a temperatura de -18°C. Seguindo essa linha de pensamento utilizada por esses autores, o calor específico da polpa de cajá encontrado para a faixa de temperatura utilizada neste trabalho está dentro do esperado.

Para o valor de calor específico da polpa de caju, Souza (2008) encontrou 0,99cal/g°C um valor muito discrepante do descrito neste trabalho que foi de 0,518 cal/g°C. Essa diferença

de valores pode ter ocorrido pela diferença do método utilizado, ou pela diferença dos componentes. Souza (2008) encontrou umidade maior que a descrita e um valor de sólidos solúveis menor, o que pode ter causado a diferença, já que uma maior quantidade de açúcar (carboidratos) diminui o valor do calor específico segundo Lewis, 1993.

Nas Figuras 28 e 29 tem-se ilustrado a quantidade de calor por unidade de massa para as polpas de cupuaçu e tamarindo, respectivamente. Para essas polpas os valores dos calores específicos ficaram muito próximos, sendo 0,634 cal/g°C para cupuaçu e 0,646 cal/g°C para tamarindo, o teor de sólidos solúveis para essas amostras são de 12°Brix e 21,1°Brix, respectivamente, porém o teor de umidade entre os dois tem mais de 10% de diferença.

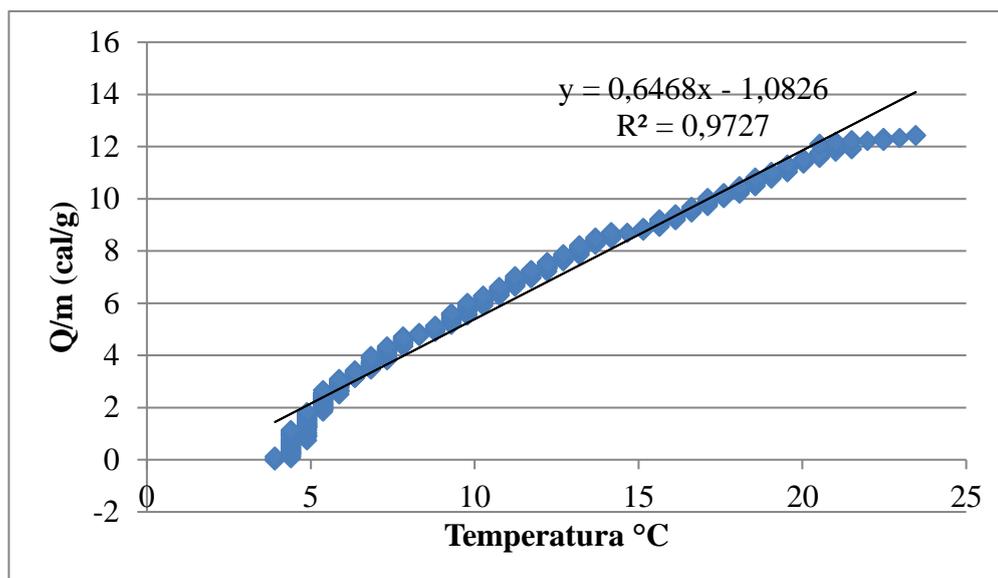
Figura 28. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para cupuaçu.



Fonte: Autor, 2019

Para as polpas de tamarindo e cupuaçu, os valores para o calor específico dessas frutas ficaram muito aproximados, isso pode ser explicado pelo teor de umidade, cinzas e carboidratos. Viana (2010) assim como Souza (2008), encontraram valores de calor específico que diminuem com o aumento dos sólidos solúveis para a polpa de cupuaçu. De acordo com Viana (2010) e Watanabe (2007) os teores de cinzas para cupuaçu e tamarindo são de 0,65% e 2,70%, uma diferença significativa. Mesmo apresentando características para a polpa de tamarindo obter um calor específico menor que a do cupuaçu, não foi o que ocorreu, sendo assim faz-se necessário refazer os testes com essas polpas.

Figura 29. Quantidade de calor por unidade de massa em função da temperatura para tamarindo



Fonte: Autor, 2019

A validação do equipamento ocorreu de forma bem sucedida, pois os valores para o calor específico das substâncias com calor específico já conhecido que foram testadas apresentaram valores bem semelhantes, além disso, para todas as figuras o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) encontrado foi maior que 0,94, portanto foi satisfatório, pois quanto mais aproximado de 1 esse valor se encontra melhor o modelo consegue explicar os valores observados. Por sua vez, a caracterização físico-química se mostrou adequada, pois todos os parâmetros analisados se encontram dentro dos limites exigidos na legislação em vigor

## **6 CONCLUSÕES**

Este trabalho permitiu avaliar uma propriedade termofísica de suma importância para o processamento de alimentos, o calor específico, de polpas de frutas com grande potencial industrial e tecnológico.

Os dados obtidos neste trabalho serão úteis em análises de processos de transferência de calor em produtos de polpas de frutas e otimização de processos envolvendo essas polpas.

Os objetivos deste trabalho foram atingidos, dentre eles, estão a construção e determinação da capacidade calorífica do calorímetro, que possibilitou os testes com substâncias que possuem seu calor específico conhecido para validar o equipamento, e a partir daí a determinação do calor específico das polpas selecionadas.

Durante a determinação do calor específico destas polpas de frutas, percebeu-se que o aumento ou diminuição desta propriedade está diretamente relacionada, principalmente, com o teor de umidade do material, levando em consideração sua composição.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Espera-se que o equipamento e a técnica desenvolvida possam se incorporar nas práticas de laboratório das disciplinas de operações unitárias e/ou fenômenos de transporte, calores específicos de substâncias líquidas e semi-sólidas.

## 8 TRABALHOS PUBLICADOS

DIAS, A. C. P. et al. *Calor específico de polpas de frutas da região norte do Brasil estudo de caso: Açaí (Euterpe Oleracea, Mart.)*. In: ANDRADE, D. F. et al (Ed.). *Processos Químicos e Biotecnológicos*. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2019. Cap. 6. p. 37-41.

FERRAZ, F. de S. *Determinação do calor específico do murici (Byrsonima crassifolia) a diferentes temperaturas e concentrações de sólidos solúveis*. 2018. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018.

FERRAZ, F. S.; DIAS, A. C. P.; OLIVEIRA, J. C. S. R.; DALLASTRA, E. D. G.; JESUS, M. M. A.; GRAJALES, L. M. ; "*Determinação do calor específico do murici (Byrsonima crassifolia) a diferentes temperaturas.*", p. 2719-2722 . In: São Paulo: Blucher,2018. ISSN 2359-1757, DOI 10.5151/cobeq2018-PT.0720

## 9 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- ✓ Determinar o calor específico para outras frutas das regiões norte e centro, para gerar um banco de dados;
- ✓ Fazer alterações no método para que seja possível realizar a determinação a baixas temperaturas;
- ✓ Reavaliar as polpas de cupuaçu e tamarindo;

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, W.V. et al., *Manual de Laboratório de Física* Ed. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, SP, 1a Ed. (1980).

ALMEIDA, D. S. de. *Determinação experimental do calor específico de matéria mole (soft matter)*. 2012. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Processos Químicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2012.

ALMEIDA, J.I.L.; LOPES, J.G.V.; OLIVEIRA, F.M.M. *Produtor de acerola*. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2002. 40p.

ANSELMO, G. C. S. et al. *Determinação da higroscopicidade do cajá em pó por meio da secagem por atomização*. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Paraíba, v. 6, n. 2, p.58-65, set. 2006.

ANTONELLI, A. et al. *Amazonia is the primary source of Neotropical biodiversity*. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, v. 115, n. 23, p.6034-6039, 14 maio 2018. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1713819115>.

ANTUNES, F. H. F. *Determinação das propriedades termofísicas, reológicas e físico-químicas nas polpas de frutas durante o resfriamento mediante ar por convecção natural*. 2014. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

AVIDOS, M. F. D., & FERREIRA, L. T. (2000). *Frutos dos cerrados: preservação gera muitos frutos*. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, 3(15), 36-41.

ASHRAE. 1981. *ASHRAE Handbook—Fundamentals*. Atlanta, Georgia: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Association of Official Analytical Chemists - (AOAC). HORWITZ, W. *Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists*. 17 ed Arlington: AOAC Inc., v.1 e v. 2, 2000.

BASTOS, C. T. da R. M. et al. *Estudo da eficiência da pasteurização da polpa de taperebá (Spondias mombin)*. *Alim. Nutr.*, Belém, v. 19, n. 2, p.123-131, jun. 2008.

BELISÁRIO, C. M.; CONEGLIAN, R. C. C. *Qualidade de frutos de murici (Byrsonima crassifolia, Malpighiaceae) armazenados sob refrigeração*. *Gl. Sci Technol*, Rio Verde, v. 2, n. 6, p.95-101, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 37, de 01 de outubro de 2018. *Aprova padrões de identidade e qualidade para polpas de frutas*. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 8 out. 2018, Seção 1. p.23.

BROCK, J. et al. *Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 3, n. 28, p.564-570, out. 2008.

CARLOS, J. *Muda de tamarindo*. 2017. Disponível em:<<https://www.mondiniplantas.com.br/produto/muda-de-tamarindo>> Acesso em: 03.08.19

CANUTO, G. A. B. et al. *Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre*. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 32, n. 4, p.1196-1205, dez. 2010.

CARNEIRO, T. B.; CARNEIRO, J. G. de M. e. *Frutos e polpa desidratada buriti (Mauritia flexuosa L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos*. Revista Verde, Mossoró, v. 6, n. 2, p.104-111, jun. 2011.

CARAMORI, S.S.; LIMA, C.S.; FERNANDES, K.F. *Biochemical characterization of selected plant species from Brazilian savannas*. Brazilian archives of biology and technology and International Journal, Curitiba, v.47, n.2, p.253-259, 2004.

CARVALHO, J. E. U de. *Frutas da Amazônia na era das novas culturas*. In: Congresso Brasileiro de recursos genéticos, 2., 2012, Belém. Anais.... Brasília: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012.

CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; NASCIMENTO, T. G. do. *Propriedades antioxidantes do açaí (Euterpe oleracea ) na síndrome metabólica*. Brazilian Journal Of Food Technology, Campinas, v. 21, p.1-7, 16 ago. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.09217>.

COELHO, E. L. et al. *Caracterização físico-química dos frutos dos clones de cajazeira capuan e lagoa redonda submetidos à poda*. Revista Verde, Mossoró, v. 5, n. 5, p.46-52, dez. 2010.

COELHO, Y.S.; RITZINGER, R.; OLIVEIRA, J.R.P. et al. *Proacerola: Programa de desenvolvimento da Cultura da Acerola no Estado da Bahia*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 49., 2003, Fortaleza, Abstract... Fortaleza: Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, 2003. 303p.

COSTA, M. B. da. *O uso sustentável de embalagem a partir da reciclagem da casca do cupuaçu*. 2017. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

COSTA, I. de S. *Efeito de proteínas bioativas isoladas do tamarindo secretagogas da cck e seu sinergismo com leptina em ratos wistar obesos*. 2017. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. de V. de B.; ASQUIERI, E.R.; LAGE, M.E.; OLIVEIRA, R.A.; SILVA, F.A.; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J.; SILVA, E.P.; PAULA, N.R.F. *Characterization of fruits from the savanna: araçá (Psidium guinnensis Sw.) and marolo (Annona crassiflora Mart.)*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.31, n.3, p.723-729, 2011.

DANTAS, H. J. et al. *Caracterização físico-química da polpa de cajá (Spondias mombin L.)*. In: 52° Congresso brasileiro de química, 52., 2012, Recife. Anais.... Recife: 52° Congresso Brasileiro de Química, 2012. p. 1 - 5.

DANTAS FILHO, L. A. et al. *Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos:*

*desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio*. Revista Brasileira de Zootecnia, [s.l.], v. 36, n. 1, p.147-154, fev. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982007000100018>.

DIAS, A. C. P. et al. *Calor específico de polpas de frutas da região norte do Brasil estudo de caso: Açaí (Euterpe Oleracea, Mart.)*. In: ANDRADE, D. F. et al (Ed.). Processos Químicos e Biotecnológicos. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2019. Cap. 6. p. 37-41.

FALEIRO, F. G.; GAMA, L. C.; FARIAS-NETO, A. L.; SOUSA, E. S. *O simpósio nacional sobre o cerrado e o simpósio internacional sobre savanas*. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS-NETO, A. L. (Ed.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 32-46

FARAONI, A. S. et al. *Efeito dos métodos de conservação, tipos de embalagem e tempo de estocagem na coloração de polpa de manga "Ubá" produzida em sistema orgânico*. Revista Ceres, Viçosa, v. 55, n. 6, p.504-511, dez. 2008.

FELLOWS, P. J. *Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e prática*. Porto Alegre, Artmed, 2006.

FERRAZ, F. de S. *Determinação do calor específico do murici (Byrsonima crassifolia) a diferentes temperaturas e concentrações de sólidos solúveis*. 2018. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018.

FERRAZ, F. S.; DIAS, A. C. P.; OLIVEIRA, J. C. S. R.; DALLASTRA, E. D. G.; JESUS, M. M. A.; GRAJALES, L. M. ; "*Determinação do calor específico do murici (Byrsonima crassifolia) a diferentes temperaturas.*", p. 2719-2722 . In: São Paulo: Blucher,2018. ISSN 2359-1757, DOI 10.5151/cobeq2018-PT.0720

FREITAS, B. S. M. de. *Caracterização e qualidade física e química dos frutos e secagem por leito de espuma da polpa de cajá (Spondias mombin L.)*. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2017.

FREITAS, B. et al. *Características Físico-químicas, Bromatológicas, Microbiológicas e Microscópicas de Polpas de Açaí (Euterpe oleraceae) Congeladas do Tipo B*. Journal Of Applied Pharmaceutical Sciences – Japhac, Governador Valadares, v. 2, n. 2, p.2-13, 12 ago. 2015.

GADELHA, A. J. F. et al. *Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de abacaxi, acerola, cajá e caju*. Revista Caatinga, Mossoró, v. 22, n. 1, p.115-118, mar. 2009.

GONÇALVES, A. E. de S. S. *Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonóides e vitamina C*. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Área de Bromatologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GOUVEIA, J. P. G. de et al. *Determinação das curvas de secagem em frutos de cajá*. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 5, n. 1, p.65-68, jan. 2003.

GORDON, A. et al. *Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açaí fruits (Euterpe oleracea Mart.) during ripening*. Food Chemistry, vol. 133, p. 256-263, 2012.

HALLIDAY, D. e RESNICK, R., *Fundamentos de Física 2*, Livros Técnicos e Científicos, Ed. Rio de Janeiro, RJ, 5ª Ed. (2005).

HAMACEK, F. R. *Caracterização física, química e valor nutricional de espécies frutíferas do cerrado de minas gerais*. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

HOMMA, A. K. O. *Mesa redonda 1 – mercado e difusão das frutas nativas: perspectivas de mercado para as fruteiras nativas amazônicas*. in: Congresso Brasileiro de fruticultura, 24., 2016, São Luís. Anais.... Brasília: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2016.

HOUGHTON, R.A.; SKOLE, D.L.; NOBRE, C.A.; HACKLER, J.L.; LAWRENCE, K.T.; CHOMENTOSWSKI, W.H. *Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon*. *Nature*, v. 403, p. 301-304. 2000.

JOSÉ EDMAR URANO DE CARVALHO (Brasília). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (Org.). *Árvore do conhecimento*. 2011. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/acai/Abertura.html>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

LENTINI, M. et al. *Fatos florestais da Amazônia 2005*. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2005. 140 p.

LEMINSKI, P. *Das mudanças*. 2011. Disponível em: <<http://congemineiros.blogspot.com/2011/12/morangotango-ha-19-anos-eu-me-mudei.html>> Acesso em : 29.07. 2019

LEWIS, M.J. *Propriedades de los alimntos y de los sistemas de procesado*. Zaragoza: Acribia, 494p,1993;

LIMA, A. L. dos S. et al. *Avaliação dos Efeitos da Radiação Gama nos Teores de Carotenóides, Ácido Ascórbico e Açúcares do Fruto Buriti do Brejo (Mauritia flexuosa L.)*. *Acta Amazonica*, Rio de Janeiro, v. 39, n. 3, p.649-654, 2009.

LOCKWOOD, J. *Acerola fruit*. 2015. Disponível em:< <https://www.gettyimages.pt/fotos/acerola?sort=mostpopular&mediatype=photography&phrase=acerola>> Acesso em: 29.07.2019

LUTZ, I. A. *Métodos físico-químico para análise de alimentos*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MACIEL, C. E. P. et al. *Caracterização físico-química de polpas de goiaba e acerola para elaboração de doce cremoso diet*. In: XXV Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos, 15., 2016, Gramado. Anais... Gramado: Xxv Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016. p. 1 - 6.

MANHÃES, L. R. T. *Caracterização da polpa de buriti (Mauritia flexuosa, Mart.): um potente alimento funcional*. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007. 78p. Dissertação Mestrado.

MATA, Mario E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; ZANINI, H. L. H. T.. *Calor específico e densidade da polpa de cajá (Spondias lutea L.) com diferentes concentrações de sólidos solúveis sob baixas temperaturas*. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p.488-298, ago. 2005.

- MATTOS, J. S. de. *Banco de dados de propriedades termofísicas de produtos hortícolas*. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- MATTIETTO, R. de A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. de. *Estabilidade do néctar misto de cajá e umbu*. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 27, n. 3, p.456-463, set. 2007.
- MARIMON JUNIOR, B. H.; HARIDASAN, M. *Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil*. Acta Bot. Bras, Nova Xavantina, v. 19, n. 4, p.913-926, jun. 2005.
- MAURO, A. *Fruto da cajazeira*. 2019. Disponível em: <<https://www.pinterest.es/pin/809451732999430664/?lp=true>> Acesso em: 15 jul. 2019
- MENDE, L. *Cupuaçu (Theobroma grandiflorum): características do cupuaçuzeiro*. 2011. Disponível em : <<http://www.klimanaturali.org/2011/03/cupuacu-theobroma-grandiflorum.html>> Acesso em : 09 jul. 2019
- MOHSEIN, N. N. *Thermal properties of foods and agricultural materials*. New York: Gordon and Breach Science, 1980. 407 p.
- MOLINE, S.; SAWDY, A.; SHORT, A. RINFRET, A. *Thermal properties of foods at low temperature: specific heat*. Food Technology, Chicago, v.15, n.5, p.228-9, 1961.
- MONTENEGRO, J. et al. *Características físico-químicas e atividade antioxidante de frutas da região amazônica*. In: 69ª Reunião anual da SBPC, 69., 2017, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2017. p. 1 - 4.
- MORZELLE, M. C. et al. *Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do cerrado brasileiro*. Revista Brasileira de Fruticultura, São Paulo, v. 37, n. 1, p.96-103, mar. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-036/14>.
- MOURA, S. C. S. R.; FRANÇA, V. C. L.; LEAL, Á. M. C. B. *Propriedades termofísicas de soluções modelo similares a sucos – parte I*. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 1, n. 23, p.62-68, abr. 2003.
- MOURA, R. S. F. de et al. *Modelagem matemática para isotermas em polpa de caju*. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, v. 4, n. 2, p.1-11, ago. 2004.
- MOURA, S. C. S. R. et al. *Propriedades físicas e reológicas de produtos à base de frutas*. Food Technol, Campinas, v. 19, n. 8, p.1-8, nov. 2016.
- NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A. et al. *Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.4, p.463-470, 2002.
- PEREIRA, E. A. *Propriedades termofísicas da polpa de açaí (Euterpe oleracea Mart.)*. 2001. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.

PEREIRA, E. R. S. et al. *Análises físico-químicas da polpa de açaí (Euterpe oleraceae Mart.) comercializada no município de salvaterra e soure*. in: Congresso brasileiro de química, 57. Gramado, 2017.

PIRES, A. A. *Efeito da polpa de cupuaçu na rugosidade de superfície e microdureza de materiais odontológicos*. 2017. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Odontologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

PUGLIESE, A. G., ET AL., (2013). *Flavonoids, proanthocyanidins, vitamin C, and antioxidant activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) pulp and seeds*. Journal of agricultural and food chemistry, 61(11), 2720-2728. DOI:10.1021/jf304349u.

QUEIROZ, J. M. de O. *Propagação do tamarindeiro (tamarindus indica l.)*. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-Ba, 2010.

RABELO, A.; SILVA, M. das D. B. da; MORAES, F. F.; SILVA, G. B. da. *Frutos do buriti (Mauritia flexuosa L. f.), potencialidades econômicas, gastronômicas e industriais*. 2018. Disponível em: <<http://frutasnativasdaamazonia.blogspot.com/2016/06/potencialidades-economicas-e.html>> Acesso em: 09 jul. 2019

RAHMAN, S. *Food properties handbook*. New York: Crc Press, 1995, 500p.

RAMOS, A. M. et al. *Aplicação de campos elétricos pulsados de alta intensidade na conservação de alimentos*. Revista Ceres, Viçosa, v. 53, n. 308, p.425-438, ago. 2006.

RESENDE, J. V.; SILVEIRA JR., V. (2002) *Medidas da condutividade térmica efetiva de modelos de polpas de frutas em estado congelado*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 22(2), 177-183.

RIBEIRO, J. F. et al. *Época de coleta de frutos e sementes nativos para recomposição ambiental no bioma cerrado*. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2018. 72 p.

SAID, M. M. *Aspectos culturais e potencial de uso do cupuaçu (Theobroma grandiflorum (Willd. Ex Spreng. Schum.) no estado do Amazonas*. 2011. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

SANCHES, D. A, ALVES, F.S, de JESUS, M.M.A, LACZOWSKI, I.M e CAPARROZ, R., *Desenvolvimento de um calorímetro para controle de temperatura e medidas de calor específico*, XV SICITE, Cornélio Procópio, (2010).

SANTOS, W. N. dos. et al. *Método de Fio Quente na Determinação das Propriedades Térmicas de Polímeros*. Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos, v. 14, n. 5, p.354-359, 2004.

SANTOS, W. N. dos. *Métodos transientes de troca de calor na determinação das propriedades térmicas de materiais cerâmicos: I - O método de pulso de energia*. Cerâmica 51, São Carlos, v. 5, n. 14, p.205-213, 2005.

SANTOS, J. A. L.; ROSA, M. de F. C.; FERNENDES, M. C. S. TABELAS. 2014. Disponível em: <[https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/845043405428630/TABELAS\\_2014.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/845043405428630/TABELAS_2014.pdf)>. Acesso em: 20 de dezembro de 2018.

SILVA, C. E. F.; MOURA, E. M. O.; ANDRADE, F. P.; GOIS, G. N. S. B.; SILVA, I. C. C.; SILVA, L. M. O.; SOUZA, J. E. A.; ABUD, A. K. S. *Importância da monitoração dos padrões de identidade e qualidade na indústria de polpa de fruta*. Journal of Bioenergy and Food Science, Amapá, v. 3, n. 1, p. 17-27, 2016. [http:// dx.doi.org/10.18067/jbfs.v3i1.33](http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v3i1.33).

SILVA, S. B da. *Propriedades termofísicas da polpa de abacaxi*. 1997. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

SILVA , M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS G. G.; MARTINS, D. M. de O. *Caracterização química de frutos nativos do cerrado*. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.6, p.1790-1793, 2008.

SILVA, M. A. da C. et al. *Determinação de propriedades termofísicas da polpa de acerola: Aplicação do método flash*. In: VI Congresso nacional de Engenharia Mecânica, 6., 2010, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2010. v. 6, p. 1 - 7.

SILVA, F. S. et al. *Avaliação higiênico-sanitária dos estabelecimentos com o selo “Açaí Bom” da Vigilância Sanitária*. Brazilian Journal Of Food Research, Campo Mourão, v. 4, n. 8, p.157-169, dez. 2017.

SOARES, F. P. et al. *Marolo: uma frutífera nativa do cerrado*. 82. ed. Lavras: Editora Ufla, 2009. 17 p.

SOCHA, L. B.; PINHEIRO, R. B. M. *Cupuaçu: a fruta globalizada*. R. Gest. Sust. Ambient., Florianópolis, v. 4, n. 2, p.554-567, mar. 2016.

SOUSA, E. P. de. *Propriedades físicas da polpa de pequi*. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

SOUZA, P. G. de. *Produção e caracterização de açaí (Euterpe oleracea Mart.) desidratado em pó por cast-tape drying*. 2015. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SOUZA, M. A. *Determinação das propriedades termofísicas de polpas de frutas tropicais: jaca (Artocarpus Heterophilus Lamk) e umbu (Spondias Tuberosa Arr. Cam.)*. 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Uesb, Itapetinga- Ba, 2008.

SOUZA, V. L. de. *análise físico-química da polpa do fruto do buriti (Mauritia flexuosa L. f.) do município de Ariquemes/ro*. 2013. 30 f. Monografia (Especialização) - Curso de Farmácia, Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, 2013.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. *Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (Euterpe oleracea Mart.) juice produced with different carrier agents*. Food Research International, vol. 43, p. 907-914, 2010.

VERÍSSIMO, A. *A Amazônia brasileira: desenvolvimento e conservação*. In: TRIGUEIRO, A. Mundo Sustentável 2: novos rumos para uma planeta em crise. São Paulo: Globo p 203-208. 2012.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. *Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades*. Parc. Estrat, Brasília, v. 19, n. 38, p.13-44, jun. 2014.

WILL, A. *O poder das frutas e legumes*. 2008. Disponível em: <<http://saude-digital.blogspot.com/>> Acesso em: 30.07.19