



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**FACULDADE DE NUTRIÇÃO**

Jéssica Larissa Santa Brigida Cardoso

**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA POLPA DE MURUCI**  
**(*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) OBTIDA POR SECAGEM CONVECTIVA**

**BELÉM**

**2021**

Jéssica Larissa Santa Brigida Cardoso

**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA POLPA DE MURUCI  
(*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) OBTIDA POR SECAGEM CONVECTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para  
obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela  
Universidade Federal do Pará.

ORIENTADOR:

Profa. Dra. Orquidea Vasconcelos dos Santos.

**BELÉM**

**2021**

Jéssica Larissa Santa Brigida Cardoso

**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA POLPA DE MURUCI (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) OBTIDA POR SECAGEM CONVECTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal do Pará.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Profª Drª Orquidea Vasconcelos dos Santos**  
(Universidade Federal do Pará – Orientador)

---

**Profº Francisco das Chagas Alves do Nascimento**  
(Universidade Federal do Pará – Membro interno)

---

**Profª Pamela Cristina Sobre Dias**  
(Universidade da Amazônia – Membro externo)

Dedico esse trabalho ao meu irmão Fernando Ivo Cardoso (in memoriam), com todo meu amor e gratidão.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe por todo seu carinho, esforço e investimento durante meu processo de crescimento, bem como a todos seus sábios conselhos e apoio nos momentos que mais precisei. Sem ela eu não teria chegado até aqui.

A minha família que me apoiou em todos meus planejamentos e por ter me ensinado a importância do esforço e a nunca desistir.

Ao meu namorado pelo apoio emocional, compreensão e incentivo ao longo dessa trajetória.

A Professora Doutora Orquídea Vasconcelos por ser uma das minhas fontes de inspiração profissional e ter aceitado ser minha orientadora, me guiando com suas correções, conselhos e ensinamentos durante a produção dessa pesquisa.

As minhas colegas de curso, em especial Amanda Simões, Darlene Silva, Jamille Gonçalves, e Jorvana Stanislav por me ajudarem a crescer tanto profissionalmente quanto em meu amadurecimento pessoal, pelas alegrias compartilhadas e pelo companheirismo nos momentos difíceis e também a Pedro Vitor Pereira por sua amizade, conselhos e contribuições para o desenvolvimento desse trabalho.

Gostaria de agradecer a Universidade e todos os docentes que contribuíram para minha formação acadêmica e, por fim, a todos que de alguma forma auxiliaram no desenvolvimento dessa pesquisa e no meu processo de aprendizagem.

## RESUMO

As Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT) tem se destacado cada vez mais no cenário epidemiológico brasileiro, associando-se a elevada mortalidade, sendo o consumo de alimentos funcionais essenciais para melhora desse cenário. **Objetivo:** Determinar o teor de compostos bioativos antioxidantes na polpa de muruci (*Byrsonima crassifolia*) obtida por secagem convectiva (*in vitro*). **Materiais e métodos:** Realizou-se a análise físico-química (seguindo as normas da AOAC) e de compostos bioativos. **Resultados:** A amostra apresentou média de pH e acidez total titulável de  $3,35 \pm 0,05$  e  $2,30 \pm 0,25$ , respectivamente, baixa atividade de água (média de  $0,28 \pm 0,04$ ) e média de sólidos solúveis totais de  $14,45 \pm 0,45$  (°Brix). Em relação aos compostos bioativos e antioxidantes, encontrou-se média de carotenoides de  $325,8 \pm 3,55$   $\mu\text{g}/100\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno equivalente a  $54,40 \pm 1,65$   $\mu\text{g}/100\text{g}$  de retinol, 118,15 (mg AGE/100g) de compostos fenólicos,  $35,2 \pm 0,55$  (mg/100g) de flavonoides e  $140,3 \pm 1,35$  (mg/100g) de vitamina c, demonstrando o papel do muruci como fruta com propriedades funcionais.

**Palavras-chave:** *Byrsonima crassifolia*, antioxidantes, alimento funcional.

## ABSTRACT

Chronic Noncommunicable Diseases (NCDs) has been increasingly highlighted in the Brazilian epidemiological scenario, associated with high mortality, and the consumption of functional foods is essential to improve this scenario. **Objective:** To determine the content of bioactive antioxidant compounds in the muruci pulp (*Byrsonima crassifolia*) obtained by convective drying (in vitro). **Materials and methods:** Physical-chemical analysis (according to AOAC standards) and bioactive compounds were performed. **Results:** The sample presented average pH and total titratable acidity of  $3.35 \pm 0.05$  and  $2.30 \pm 0.25$ , respectively, low water activity (average of  $0.28 \pm 0.04$ ) and average of total solubles solids of  $14.45 \pm 0.45$  (°Brix). Regarding bioactive and antioxidant compounds, an average carotenoid of  $325.8 \pm 3.55 \mu\text{g} / 100\text{g}$  of  $\beta$ -carotene equivalent to  $54.40 \pm 1.65 \mu\text{g} / 100\text{g}$  of retinol was found, 118.15 (mg AGE / 100g) of phenolic compounds,  $35.2 \pm 0.55$  (mg / 100g) of flavonoids and  $140.3 \pm 1.35$  (mg / 100g) of vitamin c, demonstrating the role of muruci as a fruit with functional properties.

**Keywords:** *Byrsonima crassifolia*, antioxidants, functional food.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – Muruci.....	18
<b>FIGURA 2</b> – <i>Byrsonima crassifolia</i> .....	19
<b>FIGURA 3</b> – Estrutura química do alfa e beta caroteno.....	22
<b>FIGURA 4</b> – Estrutura química do licopeno.....	23
<b>FIGURA 5</b> – Estrutura química dos flavonoides.....	25
<b>FIGURA 6</b> – Estrutura química das antocianinas.....	26
<b>FIGURA 7</b> – Estrutura química da clorofila a e b .....	28

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – Características físico-químicas da polpa seca de Muruci.....	34
<b>TABELA 2</b> – Carotenoides totais, convertidos em Equivalente de Retinol (RE).....	36
<b>TABELA 3</b> – Compostos bioativos na polpa seca de Muruci.....	37

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>15</b>
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
3.1 INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O MURUCI.....	18
3.2 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO MURUCI.....	20
3.3 ANTIOXIDANTES ENCONTRADOS NA FRUTA.....	21
<b>3.3.1 Carotenoides totais e licopeno.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.2 Compostos fenólicos e flavonoides.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3.3 Antocianinas.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.4 Clorofila A e B.....</b>	<b>27</b>
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>30</b>
4.1 OBJETIVOS GERAIS.....	30
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
<b>5. METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
5.1 PREPARO DA AMOSTRA.....	31
5.2 OBTENÇÃO DO EXTRATO AQUOSO.....	31
5.3 ANÁLISE DO TEOR DE ÁGUA.....	31
5.4 pH.....	31
5.5 ACIDEZ TOTAL TITULAVÉL.....	31
5.6 SÓLIDOS SOLUVEIS TOTAIS (SST).....	32
<b>6. ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS.....</b>	<b>32</b>
6.1 CAROTENOIDES TOTAIS.....	32
<b>6.1.1 Teores de <math>\beta</math>- caroteno.....</b>	<b>32</b>

6.2 ANÁLISE DE FLAVONÓIDES .....	33
6.3 POLIFENÓIS TOTAIS.....	33
6.4 ÁCIDO ASCÓRBICO.....	33
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
7.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.....	34
7.2 COMPOSTOS BIOATIVOS.....	36
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As Doenças Crônicas não transmissíveis (DCNT) correspondem a mais da metade das mortes ao redor do mundo (aproximadamente 71%), estando presentes, principalmente em indivíduos na faixa de 30 a 59 anos, mais predominantemente nos do sexo masculino. Essas são representadas, em sua maioria, por doenças cardiovasculares, pulmonares, neoplasias e diabetes, causando prejuízos tanto do ponto de vista financeiro (mais precisamente com medicamentos e internações hospitalares), quanto na qualidade de vida das pessoas (BRASIL, 2017; SILVA et al., 2016; TAPPELA et al., 2019).

De acordo com Malta et al., (2017), aspectos como escolaridade, sexo, presença de uma ou mais DCNT e posse de plano de saúde são fatores determinantes para a busca dos serviços de saúde, onde aqueles que possuem baixa escolaridade e não possuem planos de saúde buscavam cada vez menos o atendimento com profissionais de saúde. Tal situação leva ao agravamento das doenças já citadas, causando uma redução na expectativa de vida e, conseqüentemente, aumento dos óbitos.

Outros fatores associados estão relacionados aos hábitos de vida, como o consumo de bebidas alcóolicas, cigarros, sedentarismo, que auxilia no ganho de peso e desencadeia alterações no metabolismo dos macronutrientes como, por exemplo, carboidratos e lipídios, resultando em doenças como diabetes, dislipidemias, doenças cardiovasculares dentre outras, bem como o consumo alimentar inadequado, sendo perceptível a preferência por alimentos processados, com alto teor de sódio, aditivos, gorduras saturadas, baixo teor de fibras, carboidratos simples, dentre outros componentes prejudiciais ao organismo, sendo o consumo de tais compostos e o desenvolvimento de alterações metabólicas presentes cada vez mais precocemente (MALTA et al., 2017; MONTEIRO et al., 2019; SANTOS et al., 2019; TESTON et al., 2016).

Nesse cenário, percebe-se a necessidade da substituição de hábitos alimentares nocivos por outros que favoreçam o estado de saúde da população, como os preconizados no Guia Alimentar para a População Brasileira, o qual enfatiza a busca de alimentos variados, de todos os grupos alimentares priorizando os alimentos na sua forma natural (*in natura*), como frutas, verduras e hortaliças em detrimento dos ultraprocessados (aqueles que passam por diversos processos industriais se distanciando do produto original) garantindo, assim, um maior aporte de minerais, fibras, vitaminas e

antioxidantes, já que apesar de alguns alimentos processados alegarem propriedades funcionais, outros ingredientes de sua composição podem causar malefícios (SILVA et al., 2016).

Essa recomendação se justifica por que os alimentos in natura têm propriedades funcionais no organismo que de acordo com a Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999, (BRASIL, 1999) refere-se ao auxílio na redução do risco de diversas doenças além de garantir o benefício metabólico e fisiológico para quem está ingerindo, pois garante a manutenção das funções básicas como a digestão, controle dos níveis das Lipoproteínas de Baixa Densidade (LDL) glicemia e bom funcionamento do sistema imune (BOMFIM et al., 2017) bem como benefícios relacionados ao crescimento e desenvolvimento.

Como exemplo de alimentos com essas propriedades funcionais tem-se a *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth (muruci), fruta abundante na região Amazônica. Desse modo, quantificar de tais compostos pode ser bastante útil para estimular o seu consumo e aproveitamento das suas propriedades funcionais. Este procedimento é realizado a partir da aplicação de técnicas como, por exemplo, o método de sequestro de radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), baseando-se na capacidade da amostra analisada de doar elétrons ao radical livre promovendo a estabilização do mesmo e a consequente mudança de cor da solução (inicialmente violeta) sinalizando a ação antioxidante (BECKER et al., 2019; JARAMILLO-COLORADO; STASHENKO; WINTERHALTER, 2019; MAZIERO et al., 2019).

Em relação aos compostos fenólicos utiliza-se um método de espectrofotometria baseado na capacidade redutora do mesmo denominado Folin-Ciocalteu, que consiste na análise da modificação da coloração da solução que passa de tons amarelados para azul, indicando que houve um processo de redução do reagente de Folin-Ciocalteu, e presença do composto analisado, podendo ser aplicado em amostras de alimentos e bebidas (KAMTEKAR; KEER; PATIL, 2014; LÓPEZ-FROILÁN et al., 2018; ROSLAN et al., 2019). No que diz respeito o ácido ascórbico, sua quantificação pode ser feita pelo chamado método de Tillmans determinado por Benassi e Antunes (1988) no qual há a observação do processo de redução do sal 2,6-diclorofenolindofenol (MOREIRA- ARAUJO, 2019).

Tais compostos bioativos tem sido amplamente pesquisados em função de seus benefícios a saúde humana, definidos como substâncias (podendo ser nutrientes ou não)

que promovem a atividades relacionadas a fisiologia e ao metabolismo, sendo encontrados principalmente em uma grande variedade de alimentos (BRASIL, 2018), havendo destaque para as frutas, visto que além do caráter antioxidantes, nas mesmas encontram-se presentes vitaminas, minerais e fibras, os quais garantem melhor qualidade de vida para os indivíduos que possuem consumo regular por reduzir a possibilidade de adquirir desordens metabólicas crônicas e suas comorbidades, tais como doenças cardiovasculares, obesidade, câncer, alterações imunológicas dentre outras (BATISTA et al., 2018; OYINDAMOLA; SEUL; JU-OCK, 2019; SIDHU; ZAFAR, 2018).

Diante do exposto, o presente trabalho visa determinar o teor de compostos bioativos funcionais antioxidantes da polpa de muruci (*Byrsonima crassifolia*) liofilizada.

## 2 JUSTIFICATIVA

As DCNT têm aumentado progressivamente no Brasil refletindo diretamente nos número de casos de óbito (por volta de 70%), no qual as doenças cardiovasculares são as principais responsáveis, atingindo, sobretudo, a população idosa (que vem aumentando durante a transição demográfica) e homens, visto que mulheres tendem a buscar mais os serviços de saúde e garantem a prevenção, identificação e tratamento precoce desses agravos (MALTA et al., 2019). Tais circunstâncias oneram gastos governamentais com saúde, medicamento e tratamento especializados das variadas morbidades, além dos gastos para o próprio indivíduo, levando a redução da renda disponível e piora das condições de vida (HAJAT; STEIN, 2018; MALTA et al., 2019; SIQUEIRA; FILHO-SIQUEIRA; LAND, 2017).

Benjamin et al., (2019), relatou em seus estudos que o maior consumo de alimentos processados, sódio e menor consumos das frutas, verduras, oleaginosas e peixes, bem como a obesidade e o conseqüente aumento da circunferência abdominal estavam diretamente relacionados com doenças cardiovasculares. Além disso, pessoas que possuem excesso de peso podem encontrar-se com carências de nutrientes, vitaminas e antioxidantes (ferro, Vitamina B6 e 12, D, C e E) sendo possível inferir que há a necessidade de modificação das práticas alimentares em função da qualidade ( LEE et al., 2019; MALEK et al., 2019; TURECK, 2016). Sendo assim, uma alimentação equilibrada e diversificada é base para a precaução das doenças crônicas e seus agravos, pois seus riscos estariam reduzidos devido o caráter funcional e nutritivo da mesma, fornecendo os macro e micronutrientes, vitaminas e principais antioxidantes, sendo facilmente alcançada a partir do consumo de porções (ao menos 5) de frutas e verduras diariamente (NASCIMENTO et al., 2018; REIS et al., 2016; VIerci; FERRO, 2019).

As frutas são um dos grupos alimentares benéficos a saúde, possuindo uma grande variabilidade de acordo com cada região, como é o caso do muruci encontrado no norte, nordeste, centro- oeste e sudeste do Brasil, sendo uma fruta pequena (1 a 4g), arredondada, macia, amarelada, de sabor específico com diferentes denominações (mirici, murici- grande, orelha de burro ou de veado etc.) advinda da árvore *Byrsonima crassifolia*, a qual fornece cerca de mais de 10 kg de frutos durante o ano, mais precisamente nos meses de dezembro até abril, os quais são amplamente aproveitados e nutritivos (CORADIN; CAMILLO; PAREYN, 2018; REIS; SHMIELE, 2019; SANTOS et al., 2018; SOUZA et al., 2019).

Sabe-se que o murici (*Byrsonima crassifolia*), detém uma boa qualidade nutricional possuindo carboidratos, lipídios, particularmente os ácidos graxos insaturados ( $\omega$ -6 e  $\omega$ -9) que auxiliam a função imune (SANTOS et al., 2018), minerais como o ferro (CORADIN; CAMILLO; PAREYN, 2018), além de fibras, um dos componentes que se apresenta em abundância. Somado a esses, em sua composição também estão presentes os carotenoides associados à redução do risco de desenvolver câncer bem como doenças cardiovasculares e diabetes (BOHN, 2019; ELVIRATORALES; GARCÍA-ALONSO; PERIAGO-CASTÓN, 2019; SINGH, R; SHARMA; SINGH, P, 2014), os compostos fenólicos, grupo de cerca de oito mil compostos que além de trazer benefícios para o consumidor (como a redução de doenças cardiovasculares), promovem o desenvolvimento adequado dos vegetais (BENNEMAN, 2018) e a vitamina C, que está relacionada com a redução da Lipoproteína de Alta Densidade (HDL-c) circulante na corrente sanguínea por transformá-lo em ácidos biliares, em virtude da sua função de cofator enzimático, reduzindo o risco das dislipidemias (NASCIMENTO et al., 2018).

Assim, torna-se claro que essa fruta pode ser indicada como funcional, já que seus compostos possuem ação positiva ao metabolismo, como é o caso das fibras presentes que asseguram uma boa saúde e funcionamento do trato gastrointestinal além de reduzir o LDL e, conseqüentemente, a possibilidade de desenvolver doenças coronarianas, obesidade e outras como câncer de cólon e diabetes (BENNEMAN, 2018; SHANDILYA; SHARMA, 2017). Os demais compostos bioativos citados possuem uma característica em comum que é a capacidade antioxidante, associada à redução do risco de mortalidade em cerca de 4%, visto que os mesmos atuam, por exemplo, na redução da peroxidação lipídica, presente em indivíduos com dislipidemias, aterosclerose dentre outras doenças, além de outros mecanismos em relação ao combate da ação dos radicais livres, reduzindo o risco das DCNT (NASCIMENTO et al., 2018; SINGH, R; SHARMA; SINGH, P, 2014).

O Brasil é considerado o terceiro maior produtor de frutas no mundo e tal posição de destaque está relacionada a regiões as quais apresentam vasta oferta de frutas com diferenciadas cores, texturas e sabores considerados exóticos quando se comparado aos convencionais, havendo destaque para a região Amazônica (KESSIN et al., 2018; STAFUSSA et al., 2018). Segundo Becker et al., (2018), as espécies de frutas dessa região concentram cerca de 40% daquelas em todo o Brasil e apesar disso, menos de 10% possuem a atenção devida no que diz respeito a pesquisas de suas qualidades

nutricionais e efeitos na saúde humana (KESSIN et al., 2018), como é o caso do muruci, fruta regional facilmente encontrada no estado do Pará e de preço acessível e em grandes quantidades no seu período de sazonalidade (CORADIN; CAMILLO; PAREYN, 2018, KESSIN et al., 2018; STAFUSSA et al., 2018).

Apesar do entendimento a respeito da importância do consumo das frutas e de haver uma grande disponibilidade de acordo com a sazonalidade e acessibilidade do ponto de vista econômico, a população brasileira tende a optar por alimentos convencionais ou mais conhecidos, ou mesmo por alimentos importados que ganham destaque na mídia (BECKER et al., 2018). Dessa forma torna-se perceptível a necessidade de mais pesquisas e divulgação de informações a respeito dos alimentos regionais, fortalecendo a economia local, além de garantir o Direito Humano a Alimentação Adequada, bem como a Segurança Alimentar e Nutricional, em função de seu potencial nutritivo e baixo custo, garantindo o acesso a uma alimentação adequada sem interferir em outros aspectos (ZUNINGA et al., 2018).

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O MURUCI (*Byrsonima crassifolia*)

O muruci (*Byrsonima crassifolia*), também conhecido como murici, orelha de burro, murici-do-campo, murici-da-praia, nanche (em inglês) dentre outras denominações é uma fruta pequena e amarelada quando madura, de cheiro e sabor marcantes, medindo cerca de 5 mm de diâmetro, contendo apenas um caroço em seu interior (semente) e polpa (mesocarpo) pastosa também amarelada (Figura 1) (CORADIN; CAMILLO; PAREYN, 2018).

Figura 1 – Muruci.



Fonte: Autora (2019).

A árvore apresenta porte pequeno a médio (podendo chegar até 6 metros), sendo da família *Malpighiaceae* e possui espécies denominadas *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth e *B. verbascifolia* (L.) DC. Cresce principalmente em locais de clima tropical e terrenos secos, distribuindo-se em todas as regiões do Brasil exceto sul (Figura 2). Basicamente todas as partes do fruto são utilizadas, havendo desde o consumo in natura da polpa, produção de sucos, sorvetes, geleias, até a extração de óleos das sementes tanto para o uso em preparações culinárias, quanto para a produção de cosméticos (CORADIN; CAMILLO; PAREYN, 2018).

Figura 2 – *Byrsonima crassifolia*



Fonte: Autora (2019).

Em relação à sua composição, há o destaque para as fibras (aproximadamente 15 %) que se apresentam em maior quantidade quando comparadas aos demais compostos, estando apenas atrás do teor de água, garantindo benefícios ao trato intestinal (devido ação prebiótica) em função de sua resistência a enzimas digestivas (SILVA et al., 2016).

A fruta apresenta todos os macronutrientes em sua constituição com predominância de proteínas (5,45%), seguido de carboidratos (aproximadamente 5%) e lipídios com predominância de ácidos graxos insaturados (SANTOS et al., 2018). De acordo com pesquisas de Moreira- Araújo et al., (2019), o muruci se constitui, também, como fontes de minerais e vitaminas a exemplo do ácido ascórbico, apresentando quantidades superiores as recomendadas pelas Consumo Dietético de Referência (DRI) além de compostos fenólicos (ácido gálico e quercetina) e carotenoides (luteínas e

zeaxantinas), garantindo uma boa capacidade antioxidante (MOREIRA- ARAUJO, 2019; REIS; SCHMIELE, 2019; SOUZA et al., 2019).

Stafussa et al., (2018) encontrou em suas pesquisas concentrações elevadas de estilbeno reverastrol (0.03 mg/ 100g) no muruci quando se comparado com os níveis das 44 outras frutas exóticas analisadas, sendo tal composto está associado à capacidade de prevenção do envelhecimento, da formação de radicais livres, benefícios metabólicos, juntamente a ação antimutagênica (EL KHAWAND et al., 2018; MOCO, 2019; RAMÍREZ-GARZA et al., 2018; SPRINGER).

### 3.2 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO MURUCI

Com a busca de uma alimentação saudável, muitos indivíduos tendem a dividir os alimentos como sendo “permitidos” e “proibidos”, sendo os lipídios inclusos na última categoria. Apesar dessa ideia errônea compartilhada por uma grande parcela da população, sabe-se que os lipídios ocupam funções importantes no organismo dependendo do seu tipo, trazendo benefícios importantes à saúde como, por exemplo, ação anti-inflamatória, antiaterogênica (a partir do HDL), prevenção de doenças cardiovasculares e que os efeitos negativos do consumo bem como o desenvolvimento de diversas doenças crônicas estão associados com a qualidade dos mesmos, além da quantidade ingerida (MARDIGAN et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2018; SANTOS et al., 2018).

O muruci tem a maior presença de ácidos graxos insaturados em sua composição, com predominância de  $\omega$ -6 (ácido linoleico) promovendo ação anti- inflamatória, além de redução de doenças cardiovasculares e  $\omega$ -9 (ácido oleico) que está associado à redução de efeitos de algumas doenças crônicas como também ação anti- inflamatórias, principalmente quando associado com outros compostos advindos da dieta, como por exemplo os polifenóis (ARAÚJO, 2018; SANTOS et al., 2018). Dos Santos et al., (2017) classifica a fruta em suas pesquisas como estando na categoria daquelas que apresentaram maiores valores de  $\omega$ -6, ocupando a primeira colocação quando se comparada a outras como muruci vermelho e ata brava, além dos valores mais baixos de  $\omega$ -3 em sua composição.

Outro composto presente em grande quantidade no óleo de muruci são os ácidos graxos saturados, os quais estão relacionados ao aumento do LDL, lipoproteína que

transporta o colesterol do fígado para a circulação, podendo levar a quadros hipercolesterolemia, aterosclerose e conseqüentemente aumento do risco de doenças cardiovasculares. Ademais, estudos relatam outras modificações como a redução do HDL, responsável pelo transporte reverso do colesterol (das células para o fígado para que haja a utilização e excreção) e seus baixos níveis estariam relacionados com a maior incidência de doenças crônicas (NASCIMENTO et al., 2018; SACKS et al., 2017). Portanto, tal derivado não seria indicado para o consumo, porém estudos demonstram a partir da proporção de ácidos oleico e linoleico na fruta é perceptível que a mesma apresenta uma boa estabilidade, podendo ser destinado para a utilização no setor industrial (SANTOS et al., 2018).

### 3.3 ANTIOXIDANTES ENCONTRADOS NA FRUTA

Dentre os componentes funcionais encontrados nas frutas, destacam-se os antioxidantes que se dividem em vitaminas (em especial retinol e tocoferol), minerais e compostos fenólicos como os flavonoides, os carotenoides e ácido ascórbico, ocupando papel de combate contra os efeitos oxidativos dos denominados radicais livres, os quais ocasionam danos na estrutura celular e seus componentes diversas vezes ao dia, levando ao estresse oxidativo (BOMFIM et al., 2017).

Tal situação ocorre devido ao desequilíbrio entre a produção de espécies de Espécies Reativas de Oxigênio (ROS) e a ação antioxidante, levando a predominância do primeiro e conseqüente dano as células, (principalmente por meio de processos inflamatórios e a peroxidação lipídica) (RANA; GULLYA, 2019), alterando seu funcionamento podendo levar a morte da mesma, além de causar alterações em lipídios, proteínas e até mesmo o DNA, resultando no processo de envelhecimento e desenvolvimento de doenças crônicas como câncer, bem como Parkinson, Alzheimer e artrite reumática (KESSIN et al., 2018; SARAIVA et al., 2018).

Para que haja a proteção contra os danos oxidativos, tanto por ação dos radicais livres quanto pela auto-oxidação é necessário que os antioxidantes entrem em ação a partir de mecanismo diversos (tanto enzimáticos como não enzimáticos) (RANA; GULLYA, 2019), dentre eles a doação de elétrons ou átomos de hidrogênio promovendo a estabilidade dos radicais livres ou evitando ações oxidativas por meio da ligação a íons metálicos, os quais são importantes para que tal processo ocorra

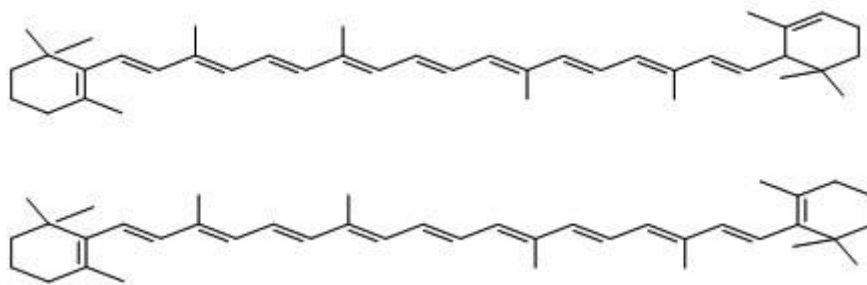
(KESSIN et al., 2018). Apesar de alta repercussão a respeito dos antioxidantes advindos de uma alimentação adequada, existem outros âmbitos onde o mesmo pode estar presente, como por exemplo, na indústria de cosméticos e medicamentos em função de sua ação preventiva ao envelhecimento e diversas doenças, sendo amplamente utilizados (COSTA et al., 2019).

Por isso, torna-se essencial a maior divulgação de novos alimentos ricos nesses compostos, garantindo um consumo mais variado de frutas e vegetais respeitando a regionalidade e os hábitos da população local, como é o caso do muruci apresentando uma variedade de compostos fenólicos de modo a assegurar efeitos benéficos como ação anti- inflamatória, antiagregante plaquetário, modulação enzimática, redução da glicemia e frações lipídicas (triglicerídeos e colesterol) dentre outros reduzindo o risco das diversas DCNT e seus agravos (CORRÊA, 2015; DEMOLINER et al., 2018; MOREIRA-ARAUJO et al., 2019; SOUZA et al., 2019; TANASE; COSARCA; MUNTEAN, 2019).

### **3.4.1 Carotenoides totais e licopeno**

Os carotenoides podem ser entendidos como um conjunto de pigmentos presentes em frutas que conferem maior atratividade as mesmas no seu período de maturação, atribuindo a coloração amarelada de caráter atrativo e contribuindo para sua disseminação (MONTESANO; COSSIGNANI, 2019). Além disso, possuem características como estabilidade a temperatura e perfil insolúvel são resistentes ao processo de cocção garantindo a manutenção de seus atributos sensoriais (KIOKIAS; PROESTOS; VARZAKAS, 2016). Sua forma mais comumente encontrada possui estrutura formada de 40 carbonos (C40) sendo sintetizada por bactérias, arqueias além de seres procariontes e a partir de sua estrutura pode ser dividido em dois grupos: as xantofilas que possuem diferentes grupos funcionais em sua composição e os carotenos que são formados apenas por hidrocarbonetos, havendo destaque para o licopeno (Figura 3) (FERNANDES et al., 2018).

Figura 3 – Estrutura química do alfa e beta caroteno (respectivamente).

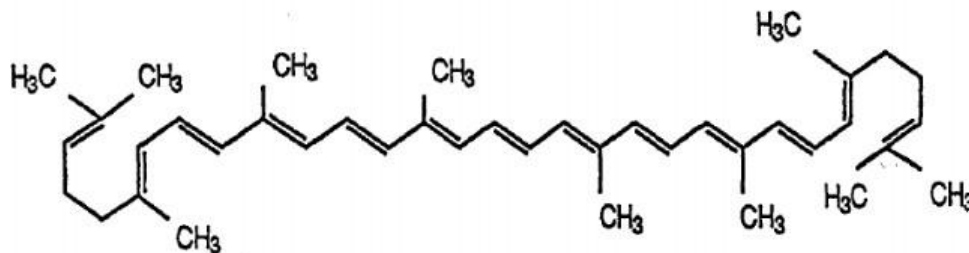


Fonte: KIOKIAS; PROESTOS; VARZAKAS (2016).

No que diz respeito os benefícios atribuídos aos carotenoides, encontram-se aspectos positivos tanto aos seres fotossintetizantes bem como em seres humanos. O primeiro grupo evidencia-se por produzir essa substância que promove o crescimento, capacidade atrair ou repelir animais e garantir proteção contra organismos patogênicos. Já o segundo, necessita consumir via alimentação tal substância a fim de garantir a manutenção de seus níveis no organismo, visto que é relatado na literatura benefícios associado ao caráter antioxidante e conseqüente redução doenças crônicas e proteção contra peroxidação lipídica. Outras formas encontradas para suprir esses níveis seriam na forma de suplementação, que vem ganhando destaque no mercado, além de outros produtos sem fins alimentares, como exemplo os cosméticos e produtos farmacêuticos (FERNANDES et al., 2018; KIOKIAS; PROESTOS; VARZAKAS, 2016; TAN; NORHAIZAN, 2019).

O licopeno, por sua vez, constitui-se como um importante pigmento do grupo dos carotenoides possuindo fórmula molecular  $C_{40}H_{56}$ , estrutura de hidrocarboneto formada por onze ligações duplas conjugadas (Figura 4) e peso molecular 536,88. Devido à incapacidade de o corpo humano produzir o licopeno torna-se necessário a busca de fontes exógenas a partir do consumo diário de frutas e hortaliças advindas da alimentação como exemplo tomate, melancia e goiaba dentre outros que se incluem no espectro avermelhado. Podem ser encontrado na forma artificial e, principalmente, sintetizada em vegetais, algas, e microrganismos como fungos e bactérias, ou seja, em sua forma natural que vêm ganhando destaque por sua ação antioxidante e seus benefícios na saúde humana, relacionado a prevenção de doenças crônicas (MARWA et al., 2018; MONTESANO; COSSIGNANI, 2019)

Figura 4 – Estrutura química do licopeno.



Fonte: KUMAR et al., (2017).

Em função de sua estrutura, o licopeno é considerado um dos mais efetivos antioxidantes no combate dos radicais livres tendo o dobro da ação quando se comparado ao  $\beta$ - caroteno e cem vezes melhor desempenho em relação ao tocoferol. Sua atuação envolve maior eliminação do chamado oxigênio singlete (de caráter oxidativo), atividade redox onde há a estabilização dos radicais livres, redução dos danos a DNA, além do estímulo a produção enzimática colaborando para redução dos efeitos oxidativos (MARWA et al., 2018; MONTESANO; COSSIGNANI, 2019). Agregado a esses mecanismos, tal componente possui resultados benéficos no que diz respeito à composição das frações de colesterol do corpo havendo a redução dos níveis de LDL e oxidação lipídica, reduzindo riscos cardiovasculares (MONTESANO; COSSIGNANI, 2019).

### 3.4.2 Compostos fenólicos e flavonoides:

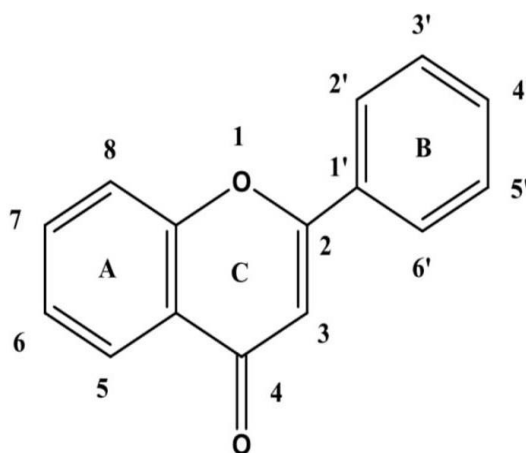
Os compostos fenólicos são originados de seres fotossintetizantes como metabólitos secundários (DEMOLINER et al., 2018) cujas quantidades podem variar de acordo com aspectos do plantio como a qualidade (PEREIRA et al., 2018) e pH (SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019) do solo, fatores exógenos como temperatura, radiação solar e organismos vivos que podem interferir no desenvolvimento dessas plantas, bem como alguns minerais que regulam a produção desse composto (PEREIRA et al., 2018). Sua estrutura é formada por anéis benzeno no qual são ligados grupos de hidroxilas, cuja quantidade é diretamente proporcional a capacidade antioxidante (TANASE; COSARCA; MUNTEAN, 2019). Dessa forma, é possível classifica-los de acordo com variações na sua estrutura e, de acordo com Demoliner et al., (2018), dividi-los em seis subgrupos sendo os flavonoides os mais conhecidos.

Sua capacidade antioxidante é similar à encontrada dos demais compostos bioativos citados e está relacionada com a ação redutora em situações de estresse

oxidativo, somado a ações de redução de doenças crônicas, anti-inflamatória, além de evita a peroxidação lipídica. Devido a gama de benefícios apresentados os compostos fenólicos vem ganhando destaques nas pesquisas bem como alvo de interesse para a indústria farmacêutica (DEMOLINER et al, 2018; SARAIVA et al., 2018; TANASE; COSARCA; MUNTEAN, 2019).

Os flavonoides cuja denominação deriva do latim *flavous* (amarelo) foi descoberto no século XX, na Hungria, sendo determinado inicialmente como citrina e posteriormente caracterizado como vitamina P. Atualmente sabe-se que tais compostos fazem parte do grupo dos compostos fenólicos e podem ser encontrados em uma variedade de plantas, contribuindo para capacidade funcional e nutricional. Possui estrutura química constituída por quinze carbonos (distribuídos na forma C6- C3- C6), somado a dois anéis aromáticos e um pirano (KARAK, 2019; RANA; GULLYA, 2019) (Figura 5).

Figura 5 – Estrutura química dos flavonoides.



Fonte: GU; DUAN; YU (2019).

Os compostos são sintetizados a partir de plantas e seus subprodutos como vinhos e chás (que se tornam a principal fonte desse pigmento, visto que o organismo humano não é capaz de produzi-lo), sendo representados por cores (amarelo, azul, roxo, vermelho e branco) que se reflete em folhas, flores e principalmente frutos que se destacam pelo sabor (KARAK, 2019; RANA; GULLYA, 2019).

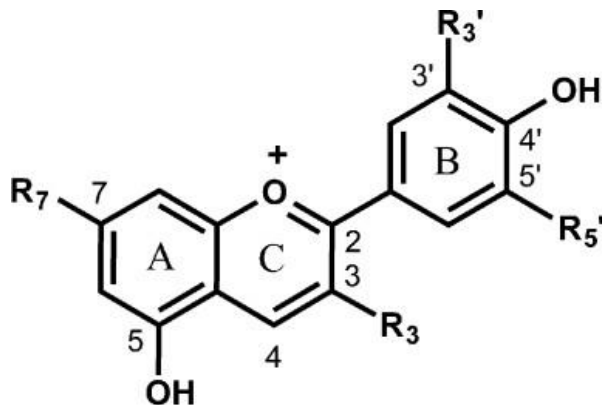
Assim como a maioria dos compostos bioativos, o principal papel dos flavonoides está ligado a capacidade antioxidante e redução do risco das diversas enfermidades supracitadas (KARAK, 2019; SILVA et al., 2016). Dentre seus mecanismos de ação sobressai-se a capacidade redutora desses compostos, que de acordo com Rana e Gullya, (2019) pode ser representada pela fórmula Flavonoides (OH) + R• -> flavonoides (O•) + RH onde torna-se perceptível a estabilização dos radicais livres (R) a partir do grupo hidroxila contido na estrutura do pigmento.

A mesma situação pode ser percebida a partir de alterações e danos ao metabolismo quando há a reação do óxido nítrico (produto comumente presente no organismo originado nas células do corpo) com os radicais livres (ZHANG et al., 2019), sendo papel dos flavonoides inativarem o segundo, não havendo a ligação. Outras formas de ação estão relacionadas a capacidade de quelante em relação ao ferro impedindo a ligação com o oxigênio (levando a redução da atividade tóxica do mesmo) (LESJAK; KS SRAI, 2019) e a ocorrência da peroxidação lipídica que necessita da interação desse composto para que ocorra e o controle enzimático, sendo efetivo em processos inflamatórios e câncer (RANA; GULLYA, 2019).

### 3.4.3 Antocianinas

É um pigmento incluso no grupo dos flavonoides cuja denominação deriva do grego *Anthos* e *kyanos*, sendo traduzidos como flor e azul respectivamente. Apesar de tal intitulação, as antocianinas possuem um espectro que também abrange as cores vermelho, laranja e roxo, podendo ser encontradas em todas as partes das plantas contribuindo para sua atratividade dentre outras funções (KHOO et al., 2017; LE et al., 2019; PERVAIZ et al., 2017). As antocianinas dividem-se em pelargonidina, petunidina, cianidina, peonidina, delphinidina e malvidina e devido a essa abundância, sua estrutura química é formada pelo chamado cátion flavílio ( $C_{15}H_{11}O^+$ ) que se encontra fixo e as demais partes variam de acordo com o tipo do pigmento (Figura 6) (KHOO et al., 2017).

Figura 6 – Estrutura química das antocianinas.



Fonte: TROUILLAS et al., (2016).

Podem ser encontradas em uma gama de alimentos incluindo bebidas (chás e vinhos), frutas (cacau e groselha), oleaginosas, verduras dentre outros, sendo perceptível que uma alimentação variada é capaz de alcançar facilmente a indicação para consumo diário de 23 mg/dia para esse composto (PERVAIZ et al., 2017). Apesar da disponibilidade desse pigmento, é necessário atentar-se a fatores que podem alterar a concentração e a estabilidade do mesmo como exemplo as condições de plantio dos alimentos, variações nas estruturas químicas, temperaturas elevadas, radiação solar enzimas e o pH, que promove alterações na coloração (tons avermelhados em meio ácido, branco em condições alcalinas e azul em neutralidade) em função da presença do cátion flavílio citado (KHOO et al., 2017; LE et al., 2019; PERVAIZ et al., 2017).

As antocianinas possuem funcionalidade relacionada à proteção contra organismos vivos e aspectos externos, atratividade das plantas (beneficiando principalmente as espécies carnívoras) a partir de pigmentos, que por sua vez também possuem valor para a indústria alimentícia em substituição a aditivos artificiais que podem causar malefícios a saúde humana e farmacêutica, em função do destaque de qualidades associadas a capacidade antioxidativa e antiinflamatória (LE et al., 2019), bem como influência positiva em alterações cognitivas e melhora do apetite, podendo ser usado como uma forma de terapia alternativa na recuperação de pacientes (KHOO et al., 2017; PERVAIZ et al., 2017)

#### 3.4.4 Clorofila A e B

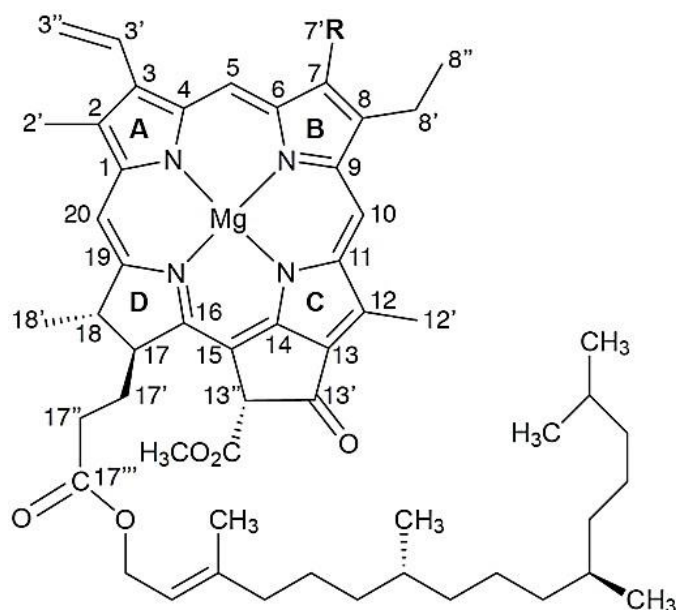
Um dos pigmentos mais conhecidos sintetizados apenas por seres fotossintéticos como plantas, algas e algumas bactérias podendo ser encontrado em todas as frutas e

vegetais de coloração verde, daí a sua denominação “clorofila” originada de duas palavras gregas *chloros* e *phyllon* que se traduzem em “verde” e “folha”. Sua estrutura possui forma cíclica sendo constituída por um conjunto de cinco membros incluindo anéis pirróis e um íon magnésio, os quais auxiliam no processo de fotossíntese (BROTOSUDARMO et al., 2018; PAREEK et al., 2018).

Tal processo só é possível devido à presença da estrutura celular denominada cloroplasto, responsável pelo armazenamento da clorofila que contribui para a absorção da energia solar (somada a outros fatores como presença de gás carbônico e água) e posterior conversão em glicose que será usada para a manutenção das reservas energéticas da planta e desenvolvimento da mesma (PAREEK et al., 2018).

A clorofila pode ser dividida em cinco subgrupos (clorofila a, b, c, d e f) havendo destaque tanto para a denominada “a” ( $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ) que por sua vez divide-se em Ca 670 e Ca 680, quanto para a “b” ( $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ ) de coloração amarelada, ambas presentes em angiospermas, ocupando função fotossintética de absorção dos diferentes espectros de luz solar, no qual a clorofila b atua como auxiliar. Esses dois tipos de clorofila são muito similares entre si possuindo fórmula molecular que se diferencia apenas pelo grupo aldeído na clorofila b em vez de um grupo metila como na clorofila a, como pode-se perceber na figura 7 (BROTOSUDARMO et al., 2018; PAREEK et al., 2018).

Figura 7 – Estrutura química da clorofila a (R=CH<sub>3</sub>) e b (R=CHO).



Fonte: AGOSTINI et al., (2019).

Esse pigmento desperta interesse na indústria em função de suas propriedades, cuja utilização está relacionada desde fins alimentícios com a adição do mesmo em alimentos e bebidas em função de sua coloração até seus efeitos positivos em doenças crônicas além de outras finalidades como redução de inflamações e combate ao mau hálito. Apesar disso, algumas condições a qual os produtos in natura são submetidos durante processamentos, podem levar a alterações na coloração dos mesmos, e consequente redução de sua atratividade, sendo os mais comuns as condições de armazenamento, presença da enzima peroxidase a qual promove alterações nutricionais e no sabor dos alimentos, meios ácidos e elevadas temperaturas responsáveis pela degradação principalmente da clorofila “a” (menos termoestável quando se comparada com a “b”), sendo os dois últimos fatores responsáveis pela perda do magnésio da estrutura da clorofila. (INDRASTI et al., 2018; JINASENA et al., 2016; PAREEK et al., 2018).

Dessa forma, percebe-se que apesar dos avanços na indústria alimentícia é necessário o aprimoramento das técnicas de processamento, sendo mais recomendada a busca por alimentos em sua forma natural por haver manutenção de suas características (PAREEK et al., 2018).

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GERAL

Determinar o teor de compostos bioativos antioxidantes na polpa de muruci (*Byrsonima crassifolia*) obtida por secagem convectiva (*in vitro*).

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter o material seco da polpa de Muruci (*Byrsonima crassifolia*);
- Produzir extratos aquosos;
- Determinar as características físico- químicas da polpa seca de Muruci (Atividade de Água, Sólidos Solúveis Totais, pH e Acidez Total Titulável);
- Determinar os teores de Carotenoides totais (conversão em pró-vitamina A);
- Avaliar seus teores de compostos fenólicos (Polifenóis totais);
- Avaliar seus teores de Flavonoides.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 PREPARO DA AMOSTRA

A amostra de Muruci foi obtida no mercado do Ver-o-Peso localizado na Região Metropolitana do Município de Belém, Estado do Pará, Brasil. As amostras foram transportadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD), sendo armazenadas no Laboratório de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal do Pará (UFPA), à temperatura de 7 °C. Sendo realizados os procedimentos de seleção, lavagem, sanitização, despulpamento, secagem em estufa de circulação de ar forçado marca Thot modelo 170 na temperatura de 50° por 24h.

### 5.2 OBTENÇÃO DO EXTRATO AQUOSO

Serão obtidos segundo a metodologia de Vieira et al., (2011), com extrações na proporção de 1:2 (amostra: solvente), utilizando como solvente água destilada. A amostra foi homogeneizada durante 30 minutos em erlenmeyer com auxílio de agitador magnético marca Fisatom, seguido de centrifugação a 3500 rpm em centrífuga LS-3 Plus CELM.

### 5.3 ANÁLISE DO TEOR DE ÁGUA

A Atividade de água do material seco por convecção será realizada através de medida direta, em instrumento Labmaster-aw neo Series 3TE da NOVASINA, com controle interno de temperatura a 25 °C;

### 5.4 pH

Foi determinado, em triplicata, seguindo o método de nº 981.12 da AOAC (2000), realizando medida em potenciômetro, previamente calibrado com soluções de tampão PH 4 E 7, expressando os resultados em °Brix.

### 5.5 ACIDEZ TOTAL TITULAVÉL

De acordo com as normas expressas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985), a Acidez total titulável será obtida por meio de titulação com NaOH 0,1N e indicador fenolftaleína com resultados descritos em porcentagem (%) de ácido cítrico.

## 5.6 SÓLIDOS SOLUVEIS TOTAIS (SST)

SST °Brix foi obtido por meio do índice de refração de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008) através da leitura em refratômetro de bancada da marca Tecnal, modelo AR/200 digital.

## 6 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

### 6.1 CAROTENOIDES TOTAIS:

A determinação do conteúdo total de Carotenoides do muruci liofilizado será realizada por leitura espectroscópica em absorvância de 450 nm conforme as metodologias descritas por Rodriguez-Amaya (2001).

Equação 1

$$\text{Carotenos (ppm)} = \frac{V \text{ (mL)} \times A}{2592 \times m_0} 10^6$$

Onde, V = Volume total (mL)

$m_0$  = Massa da amostra (g)

A = Absorvância

#### 6.1.1 Teores de $\beta$ - caroteno

Seguindo desta análise o teor de certos carotenoides será quantificado de acordo com a metodologia proposta por Vinha et al., (2014). Que consiste em 1 g de amostra extraída com 20 ml de cetona e posteriormente efetuada a leitura das absorvências do sobrenadante, aos comprimentos de onda 453, 505, 645 e 663 nm em espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI. Tais como:

Equação 2

$$\beta - \text{caroteno (mg/g)} = -0,216A_{663} + 1,22A_{645} + 0,304A_{505} - 0,452A_{453}$$

## 6.2 ANÁLISE DE FLAVONÓIDES

Para determinação de flavonoides e antocianinas foi analisado de acordo com a metodologia descrita por Lees, Francis (1972) com leitura em espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI no comprimento de onda de 374 nm para flavonoides e 535 nm para antocianinas.

## 6.3 POLIFENÓIS TOTAIS

O teor de Polifenóis totais será analisado, de acordo com o ensaio de Folin Ciocalteu, tal como descrito por Aliakbarian et al., (2008), utilizando-se um espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI , a um comprimento de onda de 725 nm e os resultados foram calculados através da curva-padrão de ácido gálico com equação da reta  $y=0,0017x$  ( $R^2=0,9966$ ).

## 6.4 ÁCIDO ASCÓRBICO

A determinação de ácido ascórbico seguiu as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo obtida por meio da titulação da solução de Tilmans na amostra e consequente redução de 2,6-diclorofenol-indofenol.

## 7 RESULTADOS

### 7.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Na Tabela 1 são apresentadas as características físico-químicas da polpa seca de Muruci.

**Tabela 1** – Características físico-químico da polpa de Muruci.

Parâmetros	Valores encontrados	López et al. (2014)	Alves et al. (2020)
Ph	3,35±0,05	-	-
Acidez total titulável (% em ácido cítrico)	2,30±0,25	3,6± 0,17	-
Atividade de água (Aw)	0,28±0,04	0,359±0,03	0,98
Sólidos solúveis totais (° brix)	14,45±0,45	14±1	5,56

Fonte: Autora (2019)

\*Dados representam média ± Desvio padrão das triplicatas.

No presente estudo o pH apresentou média de  $3,35 \pm 0,05$  e é semelhante aos dados encontrados nos estudos de Carvalho e Do Nascimento (2016), no qual a média dos valores de pH variaram entre 3,10 e 3,90 nos genótipos estudados. Monteiro e Pires (2016) e Da Conceição Souza et al., (2019) apresentaram valores de pH semelhantes entre si (3,20 e 3,22 respectivamente) e ligeiramente menores aos encontrados na atual pesquisa, diferentemente dos resultados de Morzelle et al., (2015) no qual o inverso é percebido (pH= 4,74).

Já a acidez total titulável encontrada no estudo apresentou média de  $2,30 \pm 0,25$  (% ácido cítrico), próximo ao encontrado por Mota et al., (2016) que demonstra valores entre 1,41 e 2,93 nos frutos armazenados, superior aos achados de Peralta et al., (2020) nos frutos secos por três dias a temperatura de 70 °C (0,64%) e inferiores aos de Carvalho e Do Nascimento (2016), mais precisamente ao do genótipo ‘Guataçara 1.1’ (3,08% de ácido cítrico). Além disso, pesquisas realizadas no México utilizando diferentes formas de secagem na fruta apresentaram variações nos percentuais de acidez

total titulável, no qual o muruci desidratado ( $3,6\% \pm 0,17$ ) obteve maiores valores quando comparado ao liofilizado ( $0,8230\% \pm 0,10$ ) (LÓPEZ et al., 2014).

A partir desses dados comparativos é possível confirmar que a polpa seca por convecção de Muruci é ácida, bem como sua forma in natura a qual também apresenta baixo pH e, conseqüentemente, elevada acidez (DA SILVA et al., 2016; DE SOUZA et al., 2020; LÓPEZ et al., 2014). Tais análises possuem relevância significativa, pois as mesmas estão diretamente ligadas ao desenvolvimento industrial visto a estabilidade microbiológica, o maior rendimento dos produtos quando realizada diluições e ausência da necessidade da etapa de acidificação (ALCÂNTARA, 2014; CARLOS et al., 2017; MONTEIRO; PIRES, 2016; SANTOS; FIGUEIREDO NETO; DONZELI, 2016).

A atividade de água verificada no estudo obteve média de  $0,28 \pm 0,04$ , abaixo do encontrado por Alves et al., (2020) em amostras in natura e Mota et al., (2016) que obtiveram resultados de 0,98 (tanto na casca quanto polpa) e maiores que 0,90, na devida ordem e próximos ao descrito por López et al., (2014) para o muruci liofilizado ( $0,243 \pm 0,004$ ) e desidratado ( $0,359 \pm 0,03$ ). A atividade de água mostra que este produto seco é altamente não perecível visto que reduzindo-se a atividade de água há o conseqüente aumento da estabilidade e vida de prateleira, por conta da redução da proliferação de microrganismos (ADITIVOS, 2015; ANVISA, 2018; LÓPEZ et al., 2014; MAISNAM et al., 2017; MOTA et al., 2016; SANTOS et al., 2019).

É importante enfatizar que essa diminuição de atividade de água está relacionada com o método de secagem utilizado. A secagem convectiva é um método de desidratação acessível economicamente que tem como um de seus objetivos aumentar a vida de prateleira e manter as características sensoriais e nutricionais (ENGEL et al., 2016; GUINÉ, 2018; SANTOS et al., 2019).

Os sólidos solúveis totais apresentaram média de  $14,45 \pm 0,45$  (°brix) mostrando-se superiores aos valores encontrados por Alves et al., (2020), Da Conceição Souza et al., (2019) e De Souza et al., (2020) nos seus estudos (5,56, 10,57 e 4,20% respectivamente), além de outros encontrados na literatura (DOS SANTOS et al., 2018; Monteiro e Pires, 2016). Além disso, tais valores são próximos aos resultados de Peralta et al., (2020) em frutos secos (entre 11,25 e 12,25 °Brix) e amostras in natura de López et al., (2014) ( $14 \pm 1$  °Brix). De acordo com a Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018 e Portaria nº 58, de 30 de agosto de 2016 o valor mínimo de sólidos solúveis totais é de 4,4 °Brix, sendo perceptível que os resultados da atual pesquisa estão de acordo com a legislação vigente.

## 7.2 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os teores totais de carotenoides estão apresentados na Tabela 2 expressos em  $\beta$ -caroteno e convertido em vitamina A. Esta conversão considera que  $1\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno é equivalente a  $0,167\mu\text{g}$  de Retinol (RE) determinado pela RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005). Os dados desta pesquisa foram comparados a Ingestão Diária Recomendada (DRI) para diferentes faixas etárias da população Brasileira (BRASIL, 2005).

**Tabela 2** – Carotenoides totais, convertidos em Equivalente de Retinol (RE).

$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	RE ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	Autores ( $\beta$ -caroteno)		IDR Vitamina A (Brasil, 2005)
		Belisario et al. (2020)	Franklin e Do Nascimento (2020)	
325,8 $\pm$ 3,55	54,40 $\pm$ 1,65	100,0 $\pm$ 5,3	66 e 570	Criança 1-3 anos: 400 $\mu\text{g}$ RE Criança 4-6 anos: 450 $\mu\text{g}$ RE Criança 7-10 anos: 500 $\mu\text{g}$ RE Adultos: 600 $\mu\text{g}$ RE Gestantes: 800 $\mu\text{g}$ RE Lactantes: 850 $\mu\text{g}$ RE

Fonte: Autora (2019)

\*Médias  $\pm$  Desvio padrão das triplicatas

A média desse composto foi de  $325,8 \pm 3,55$  ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ), sendo superiores aos valores encontrados por Belisario et al., (2020) ao analisar amostra in natura de muruci no primeiro dia de colheita ( $100,0 \pm 5,3$ ) e inferior aos achados de Moreira-Araújo et al., (2019) com valor de  $20\text{ mg}/100\text{g}$  correspondendo a  $20.000\mu\text{g}$  em  $100\text{g}$ . Franklin e Do Nascimento (2020) analisaram a fruta com e sem casca, sendo que na primeira situação encontraram valores superiores aos do presente estudo ( $570,00\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno) e na segunda, percebe-se redução da quantidade de  $\beta$ -caroteno ( $66\mu\text{g}$ ).

Em comparação com frutos descritos como fontes de  $\beta$ -caroteno na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2019) em seu estado in natura, o muruci ultrapassa valores de frutas como laranja (RE variando entre 2 e  $4\mu\text{g}/100\text{g}$  de acordo a variação da fruta) e tangerina (RE= $49\mu\text{g}/100\text{g}$ ), porém, outras como acerola

(RE=60 $\mu$ g/100g), mamão (RE variando entre 77, 78 e 93  $\mu$ g/100g de acordo a variação da fruta), maracujá (RE variando entre 78 e 138 $\mu$ g/100g de acordo a variação da fruta), pitanga (RE=164 $\mu$ g/100g), cajá (RE=167 $\mu$ g/100g), manga (RE variando entre 100, 113 e 793  $\mu$ g/100g de acordo a variação da fruta) e nêspera (RE podendo chegar até 306  $\mu$ g/100g de acordo a variação da fruta) possuem maiores valores.

Nas pesquisas de Britton e Khachik (2009) há a proposição de uma classificação para quantidade de carotenoides em alimentos: baixa (0-100  $\mu$ g/100g), moderada (100-500  $\mu$ g/100g), alta (500-2000  $\mu$ g/100g) e muito alta ( $\geq$ 2000 $\mu$ g/100g). Assim, se comparada com base nesta classificação a polpa de muruci seca por convecção expressou moderada concentração de carotenoides.

Como já citado, o consumo de tal pigmento está associado a diversos benefícios, dentre eles a redução do risco das DCNT (KIOKIAS; PROESTOS; VARZAKAS, 2016; BOHN, 2019; TAN; NORHAIZAN, 2019). Power et al., (2018), descreve em seus estudos que a suplementação de carotenoides em 91 indivíduos saudáveis levou a melhora da memória dos mesmos quando comparados ao grupo placebo e Min, J e Min, K, (2014), relata que elevados níveis séricos de carotenoides reduziram a mortalidade por Alzheimer. Além disso, em coorte realizada por Sluijs et al., (2015), demonstrou-se a redução do risco de diabetes mellitus tipo 2 quando consumido cerca de 10 mg de  $\beta$ -caroteno por dia.

O carotenoide  $\beta$ -caroteno apresenta função de pró-vitamina A no organismo humano, com 100 % de atividade (ARAUJO et al., 2018; GODSWILL et al., 2020; TORMA, 2016). Tal vitamina está relacionada a regulação da visão, reprodução, redução da gordura corporal (por meio da expressão genética e impedindo a formação de tecido adiposo por meio do bloqueio da diferenciação celular), garante o bom funcionamento do sistema imunológico e consequente redução do risco de infecções, benefícios durante a gestação como crescimento e desenvolvimento fetal e síntese de progesterona, melhora o funcionamento de diversos órgãos, bem como redução do risco de doenças crônicas como diabetes tipo 1 e cânceres como de próstata, mama, pulmão, bexiga, cervical e gástrico (GODSWILL et al., 2020; RAMALHO, 2017; TANUMIHARDJO et al. 2016; VITAMIN, 2020).

Somados a seus teores de carotenoides a polpa Muruci seca apresenta outros compostos bioativos como os apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3-** Compostos bioativos na polpa seca de Muruci.

Parâmetros	Valores	Gonçalves et al. (2017)	Alves et al. (2020)
Compostos fenólicos totais (mg AGE/100g)	118,15±3,5	-	0,04 a 0,22
Flavonoides (mg/ 100g)	35,2±0,55	14,59	-
Vitamina C (mg/ 100g)	140,3±1,35	646,23	151,55 ± 6,44

Fonte: Autora (2019)

Os resultados dos compostos fenólicos foram compreendidos em 118,15 (mg AGE/100g) apresentando valores superiores aos encontrados por Alves et al., (2020) (extrato etéreo: 0,04± 0,01 e extrato aquoso: 0,22 ± 0,01 mg AGE/100g) em amostras da fruta in natura e inferiores se comparado a outros frutos da Amazonia como o tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart) 159 (mg AGE/100g b.s.), Bacuri (*Platonia insignis*) 521 (mg AGE/100g) e Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) 305 (mg AGE/100g) (BECKER, et al., 2018; SANTOS et al., 2015).

Flavonoides são pigmentos naturais encontrado em diversas frutas e folhas sendo um dos grupos mais relevantes dos compostos fenólicos tendo como uma das suas funções mais importantes ação antioxidante, propriedades anti-inflamatórias e antivirais (SILVA et al, 2015). Em relação aos seus teores, quando comparado com as pesquisas de Gonçalves et al. (2017) o qual utilizou amostras de murici-pitanga em diversos estágios de maturação, percebe-se que fruto maduro (14,59 mg / 100 g) mostra resultados inferiores a atual pesquisa.

Montenegro et al., (2017) relata em seus estudos valores superiores de flavonoides presentes no muruci (49,41±3,45 e 45,20±9,40 µg quercetina equivalente/g) tanto quando comparado a outras como bacuri (28,83±0,28 e 27,47±0,50 µg quercetina equivalente/g) e taperebá (16,30±0,25 e 23,85±0,93 µg quercetina equivalente/g) estudadas pelo autor.

Além de atuar conjuntamente com outros antioxidantes como as vitaminas C e E (DOS SANTOS et al., 2017; VERRUCK; PRUDENCIO; DA SILVEIRA, 2018), de acordo com pesquisa de Karak (2019) o consumo de flavonoides a partir de alimentos como vinho, cebola e maçã relaciona-se a prevenção de diversos tipos de câncer

(pulmão, estômago, próstata, cólon, esôfago e endométrio) bem como redução da glicemia, colesterol, níveis pressórico e triglicerídeos (GOMES; SILVA; PINHEIRO VOLP, 2016; MENDES; RODRIGUES-DAS-DORES; CAMPIDELI, 2015; NOVOTNY et al., 2015).

No que diz respeito a vitamina C, Andrade et al., (2002) classifica os alimentos que contem ácido ascórbico como fontes elevadas (100 a 300 mg/100g), fontes médias (50 a 100 mg/100g) e fontes baixas (25 a 50 mg/100g), portanto é possível afirmar que o muruci possui elevadas quantidades de tal composto.

Os valores encontrados na atual pesquisa para a fruta são inferiores aos de Alves et al., (2020) ( $151,55 \pm 6,44$  mg/100g) e Gonçalves et al. (2017) ( $646,23$  mg/100g) e ultrapassam os achados de Carvalho e Do Nascimento (2016) em base úmida (variando entre  $16,81 \pm 0,55$  e  $86,64 \pm 0,01$  mg/ 100g nos genótipos estudados), Moreira-Araújo et al., (2019) em polpa fresca ( $58,60 \pm 1,32$  mg/100g), Morzelle et al., (2015) ( $92,59 \pm 6,4$  mg/100g) e Reis e Schmiele (2019) (84 mg/100 g). Somado a isso o muruci apresenta valores superiores a diversas fruta amazônicas, como abiu ( $5,34 \pm 0,44$  mg/100g), bacuri ( $28,31 \pm 3,23$  mg/100g), biribá ( $10,00 \pm 0,13$  mg/100g), cupuaçu ( $52,59 \pm 0,33$  mg/100g), uxi ( $15,04 \pm 2,03$  mg/100g), monguba ( $5,20 \pm 0,16$  mg/100g) e pajurá ( $7,72 \pm 0,69$  mg/100g), analisadas por Becker et al., (2018).

O mesmo é percebido ao comparar a amostra da atual pesquisa (extrato seco de muruci) com outras conhecidas como ricas em vitamina C a exemplo mexerica (111,97 mg/100g), goiaba (variando entre 97,7 e 89,08 mg/100g de acordo com o tipo), kiwi (70,78 mg/100g), morango (69,80 mg/100g), manga (65,52 mg/100g), laranja (47,32 mg/100g), açaí (42,00 mg/100g) e limão (32,78 mg/100g) (TBCA,2020).

Ao fazer tais comparações, é importante destacar que dependendo do processo de secagem (além de outros fatores como tempo e temperatura) pode haver modificações no conteúdo de nutrientes, antioxidantes e compostos bioativos (carotenoides, compostos fenólicos, vitaminas etc.), levando ao aumento ou redução dos mesmos (AZEEZ et al., 2019; KARAM et al., 2016). A vitamina C, por exemplo, é sensível a diversos fatores enzimáticos e físicos, como é o caso da temperatura que durante o processo de secagem pode facilmente levar a perda de tal composto; por outro lado, em algumas situações os teores de ácido ascórbico podem mostrar-se aumentados após o processo de secagem em função da inativação da enzima ascorbato oxidase (KAMILOGLU et al., 2016).

Além de apresentar perfil antioxidante, tal vitamina recebe destaque por diversos outros benefícios como prevenção de doenças cardiovasculares (por melhorar a produção do óxido nítrico e evitar a ocorrência de fatores que levam ao desenvolvimento da placa de ateroma), relaciona-se a formação, recuperação e cicatrização de tecidos, garante a proteção da pele contra raios ultravioleta e auxilia na absorção do ferro (ALAM et al., 2019; DEVAKI; RAVEENDRAN, 2017; MOSER; CHUN, 2016).

Sabe-se que a biodisponibilidade de compostos bioativos depende de diversos fatores como bioacessibilidade, liberação da matriz alimentar para que seja absorvido, absorção do lúmen intestinal, distribuição extravascular e do metabolismo quando sofre os processos de excreção pelas vias renal, biliar ou respiratória, portanto ressalta-se a importância de pesquisas que descrevam melhor tais fatores, garantindo reduzir o comprometimento no processo de absorção e utilização desses compostos pelo organismo (DE ALMEIDA CALLOU; DA SILVA et al., 2016; GIUNTINI, 2018).

## 8 CONCLUSÃO

A polpa de muruci (*Byrsonima crassifolia*) obtida por secagem convectiva apresentada nesta pesquisa possui estabilidade microbiológica e consequente aumento do tempo de prateleira somado a outros fatores atrativos para indústria alimentícia por ser caracterizada como ácida, apresentar baixa atividade de água, além de possuir teores de sólidos solúveis totais adequados de acordo com a legislação.

A maioria dos compostos bioativos antioxidantes presentes na polpa de muruci não sofreram reduções significativas em função do processo de secagem, estando em quantidades semelhantes ou superiores ao fruto in natura (indicando a concentração de tais compostos).

A amostra apresentou elevados teores de vitamina C, compostos fenólicos, flavonoides, além da moderada quantidade de carotenoides, os quais são convertidos em retinol auxiliando o alcance da Ingestão Diária Recomendada para essa vitamina. Tais compostos possuem papel fundamental para a saúde, promovendo a redução de doenças crônicas, além de conferir ação antioxidante, anti-inflamatória, melhora do perfil lipídico e diversos outros benefícios, havendo a necessidade de mais pesquisas e divulgação de tal potencial, garantindo a valorização das frutas regionais e benefícios tanto do ponto de vista econômico quanto em função da qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS

- ADITIVOS, E. INGREDIENTES. Fatores que Influenciam o Shelf Life nos Alimentos. **Aditivos e Ingredientes, São Paulo**, v. 115, p. 21-27, 2015.
- AGOSTINI, A.; MENEGHIN, E.; GEWEHR, L.; PEDRON, D.; PALM, D.; CARBONERA, M.D.; PAULSEN, H.; JAENICKE, E. e COLLINI, E. How water-mediated hydrogen bonds affect chlorophyll a/b selectivity in Water-Soluble Chlorophyll Protein. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-10, 2019.
- ALAM, M. R.; HABIB, M. A.; CHOWDHURY, P.; SHILL, L. C. & AL MAMUN, M. A. Determination of Ascorbic Acid Concentration in Commercially Available Fruit Drinks in Bangladesh. **Asian Food Science Journal**, p. 1-6, 2019.
- ALIAKBARIAN, B., DE FAVERI, D.; CONVERTI, A; PEREGO, P. Optimisation of olive oil extraction by means of enzyme processing aids using response surface methodology . **Biochemical Engineering Journal**, v.42, p. 34–40, (2008).
- ALVES, V. M.; DA SILVA; E. P.; DE MOURA, A. G.; ASQUIERI, E. R.; & DAMIANI, C. Gabiroba and Murici: Study of the nutritional and antinutritional value of peel, pulp and seed. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. 152953260, 2020.
- ANDRADE, R. S. G.; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A.; & NÓBREGA, J. A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química Journal**, São Paulo , v. 27, n. spe, p. 393-401, 2002 .
- ANVISA. GUIA PARA DETERMINAÇÃO DE PRAZOS DE VALIDADE DE ALIMENTOS. **ALIMENTOS**. V. 1, N. 16, de 5 de outubro de 2018.
- ARAÚJO, A. C. M. A.; MENEZES, E. G. T.; TERRA, A. W. C.; DIAS, B. O.; OLIVEIRA, É. R. D.; & QUEIROZ, F. Bioactive compounds and chemical composition of Brazilian Cerrado fruits' wastes: pequi almonds, murici, and sweet passionfruit seeds. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 38, supl. 1, p. 203-214, Dec. 2018.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of the Association of the Agricultural Chemists. 15th. ed. Washington, 2000. 2v.
- AZEEZ, L.; ADEBISI, S. A.; OYEDEJI, A. O.; ADETORO, R. O.; & TIJANI, K. O. Bioactive compounds' contents, drying kinetics and mathematical modelling of tomato slices influenced by drying temperatures and time. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 18, n. 2, p. 120-126, 2019.
- BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C. D.; ALVES, R. E.; & FAÇANHA, R. V. Bioactive compounds and antioxidant activity in tropical fruits grown in the lower-middle São Francisco Valley. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza , v. 49, n. 4, p. 616-623, 2018.

BECKER, M. M.; NUNES, G. S.; RIBEIRO, D. B.; SILVA, F. E.; CATANANTE, G.; & MARTY, J. L. Determination of the Antioxidant Capacity of Red Fruits by Miniaturized Spectrophotometry Assays. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 5, p. 1108-1114, 2019.

BECKER, M. M.; MANDAJI, C. M.; CATANANTE, G.; MARTY, J. L.; & NUNES, G. S. Mineral and bromatological assessment and determination of the antioxidant capacity and bioactive compounds in native Amazon fruits. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

BELISARIO, C. M.; SOARES, A. G.; CONEGLIAN, R. C. C.; PLÁCIDO, G. R.; CASTRO, C. F. D. S.; & RODRIGUES, L. A. N. Carotenoids, sugars, ascorbic acid, total phenolics, and antioxidant activity of murici from Brazilian Cerrado during refrigerated storage. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 4, e20180620, 2020.

BENJAMIN, E. J.; MUNTNER, P.; ALONSO, A.; BITTENCOURT, M. S.; CALLAWAY, C. W.; CARSON, A. P.; CHAMBERLAIN, A. M.; CHANG, A. R.; CHENG, S.; DAS, S. R.; DELLING, F. N.; DJOUSSE, L.; ELKIND, M. S. V.; FERGUSON, J. F.; FORNAGE, M.; JORDAN, L. C.; KHAN, S. S.; KISSELA, B. M.; KNUTSON, K. L.; KWAN, T. W.; LACKLAND, D. T.; LEWIS, T. T.; LICHTMAN, J. H.; LONGENECKER, C. T.; LOOP, M. S.; LUTSEY, P. L.; MARTIN, S. S.; MATSUSHITA, K.; MORAN, A. E.; MUSSOLINO, M. E.; O'FLAHERTY, M.; PANDEY, A.; PERAK, A. M.; ROSAMOND, W. D.; ROTH, G. A.; SAMPSON, U. K. A.; SATOU, G. M.; SCHROEDER, E. B.; SHAH, S. H.; SPARTANO, N. L.; STOKES, A.; TIRSCHWELL, D. L.; TSAO, C. W.; TURAKHIA, M. P.; VANWAGNER, L. B.; WILKINS, J. T.; WONG, S. S.; VIRANI, S. S. Heart disease and stroke statistics-2019 update: a report from the American Heart Association. **Circulation**, v. 139, n. 10, p. e56-e528, 2019.

BENNEMAN, G. D. Bioactive compounds and antiradical activity in grape pomace flours from different cultivars dehydrated in a freeze dryer and in an oven. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, Campinas, 2018.

BOHN, T. Carotenoids and markers of oxidative stress in human observational studies and intervention trials: Implications for chronic diseases. **Antioxidants**, v. 8, n. 6, p. 179, 2019.

BOMFIM, M. P.; LIMA, G. P. P.; VIANELO, F.; & SÃO JOSÉ, A. R. Caracterização dos compostos bioativos em Frutas e hortaliças adquiridas no comércio de Padova – Itália. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 18, n. 2, p. 82-92, 2017.

BRAIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

BRAIL. Ministério da Saúde (BR), Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 243, de 26 de julho de 2018. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares. **Diário Oficial da União**. 27 jul 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 37, de 1º de outubro de 2018. Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, Ed. 194, p. 28, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 58, de 30 de agosto de 2016. Estabelece em todo território nacional a complementação dos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Ed. 169, p. 2, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed., Brasília : Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. Saúde Brasil 2015/ 2016 : Uma análise da situação de saúde e da epidemia pelo vírus Zika e por outras doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*. Brasília, 2017.

BRASIL. RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Ministério da Saúde - MS. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

BRITTON, George; KHACHIK, Frederick. Carotenoids in food. In: **Carotenoids**. Birkhäuser Basel, p. 45-66, 2009.

BROTOSUDARMO, T. H. P.; LIMANTARA, L.; & CHANDRA, R. D. Chloroplast Pigments: Structure, Function, Assembly and Characterization. In: **Plant Growth and Regulation-Alterations to Sustain Unfavorable Conditions**. IntechOpen, 2018.

CARLOS, N. D. A.; LOSS, R. A.; SILVA, S. S.; GUEDES, S. F.; & CARVALHO, J. W. P. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DA CASCA, POLPA E SEMENTE DO MURICI (*Byrsonima crassifolia*). **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.14, n.25, 2017.

CARVALHO, A. V.; DO NASCIMENTO, W. M. O. Caracterização físico-química e química da polpa de frutos de muruci. **Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2016.

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília, DF: MMA, 2018. (Série Biodiversidade; 51).

COSTA, R. S.; SANTOS, O. V.; LANNES, S. C. S.; CASAZZA, A. A.; ALIAKBARIAN, B.; PEREGO, P.; RIBEIRO-COSTA, R. M.; CONVERTI, A.; & SILVA JÚNIOR, J. O. C. Bioactive compounds and value-added applications of

cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) agroindustrial by-product. **Food Science and Technology**, Ahead of Print, 2019.

DA CONCEIÇÃO SOUZA, J. L. C.; SILVA, L. B.; REGES, N. P. R.; MOTA, E. E. S.; & LEONÍDIO, R. L. Caracterização física e química de gabiroba e murici. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 792-800, 2019.

DA SILVA, P. M. C.; NEVES, L. C.; BASTOS, V. J.; LIMA, C. G. B.; DE ARAÚJO, K. G. M.; & ROBERTO, S. R. Harvesting period of Murici (*Byrsonima crassifolia* Kunth) fruit in relation to physical and chemical parameters evaluated during fruit development. **Scientia horticulturae**, v. 200, p. 66-72, 2016.

DE ALMEIDA CALLOU, K. R.; DA SILVA, M. C. F. Biodisponibilidade de Micronutrientes e Compostos Bioativos: Aspectos Atuais. **Revista Eletrônica da Estácio Recife**, v. 2, n. 1, 2016.

DE SOUZA, V. R.; ANICETO, A.; ABREU, J. P.; MONTENEGRO, J.; BOQUIMPANI, B.; JESUZ, V. A.; BARROS, B.; CAMPOS, E.; MARCELLINI, P. L.; FREITAS - SILVA, O.; CADENA, R.; & TEODORO, A. J. Fruit-based drink sensory, physicochemical, and antioxidant properties in the Amazon region: Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth and *verbascifolia* (L.) DC) and tapereba (*Spondia mombin*). **Food Science & Nutrition**, v. 8, n. 5, p. 2341-2347, 2020.

DEMOLINER, F.; DE BRITTO POLICARPI, P.; VASCONCELOS, L. F. L.; VITALI, L.; MICKE, G. A.; & BLOCK, J. M. Sapucaia nut (*Lecythis pisonis* Cambess) and its by-products: A promising and underutilized source of bioactive compounds. Part II: Phenolic compounds profile. **Food Research International**, v. 112, p. 434-442, 2018.

DEVAKI, S. J.; RAVEENDRAN, Reshma Lali. Vitamin C: sources, functions, sensing and analysis. In: **Vitamin C**. IntechOpen, 2017.

DOS SANTOS, D. S.; RODRIGUES, M. M. F. Atividades farmacológicas dos flavonoides: um estudo de revisão. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 7, n. 3, p. 29-35, 2017.

DOS SANTOS, J. F. L.; DOS SANTOS, D. B.; APARECIDA, A.; ROSSI, B.; TIAGO, G. F. P. A. V.; CAMPUS, E. D. M. G. U.; & DE ALTA FLORESTA, M. T. CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DE FRUTOS E SEMENTES DE MURICI (*Byrsonima crassifolia* L.) NA REGIÃO NORTE DO MATO GROSSO, BRASIL. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, 2018.

DOS SANTOS, R. C.; DE MELO FILHO, A. A.; CHAGAS, E. A.; TAKAHASHI, J. A.; MONTERO, I. F.; HOLANDA, L. C.; ESTEVAM RIBEIRO, P. R.; DOS SANTOS, G. F.; MELO, A. C. G. R. Chemical characterization of oils and fats from amazonian fruits by <sup>1</sup>H NMR, 2017.

EL KHAWAND, T.; COURTOIS, A.; VALLS, J.; RICHARD, T.; & KRISA, S. A review of dietary stilbenes: Sources and bioavailability. **Phytochemistry reviews**, v. 17, n. 5, p. 1007-1029, 2018.

ELVIRA-TORALES, L. I.; GARCÍA-ALONSO, J.; PERIAGO-CASTÓN, M. J. Nutritional importance of carotenoids and their effect on liver health: A review. **Antioxidants**, v. 8, n. 7, p. 229, 2019.

ENGEL, B.; MONTE BACCAR, N.; MARQUARDT, L.; DE OLIVEIRA, M. S. R.; & ROHLFES, A. L. B. Tecnologias de atomização e desidratação: alternativas para a produção de farinhas a partir de vegetais. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 6, n. 1, 2016.

FERNANDES, A. S.; DO NASCIMENTO, T. C.; JACOB-LOPES, E.; DE ROSSO, V. V.; & ZEPKA, L. Q. Carotenoids-A Brief Overview on Its Structure, Biosynthesis, Synthesis, and Applications. *Progress in Carotenoid Research*. **IntechOpen**, p. 1, 2018.

FRANKLIN, B.; DO NASCIMENTO, F. C. A. Plantas para o futuro: compilação de dados de composição nutricional do araçá-boi, buriti, cupuaçu, murici e pupunha/Plants for the future: data compilation of nutritional composition of guava-boi, burity, cupuaçu, murici and peach palm. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 10174-10189, 2020.

GODSWILL, A.; SOMTOCHUKWU, I. V.; IKECHUKWU, A. O.; & KATE, E. C. Health Benefits of Micronutrients (Vitamins and Minerals) and their Associated Deficiency Diseases: A Systematic Review. **International Journal of Food Sciences**, v. 3, n. 1, p. 1-32, 2020.

GOMES, S. F.; SILVA, F. C.; PINHEIRO VOLP, A. C. Efeito do consumo de frutas ricas em flavonoides sobre mediadores inflamatórios, bioquímicos e antropométricos relacionados ao metabolismo energético. **Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria**, v. 36, n. 3, p. 170-180, 2016.

GONÇALVES, N. P.; LUCENA, E.; BONILLA, O. H.; SILVEIRA, M. R. S. D.; & TAVARES, F. J. C. Bioactive compounds during the maturation of four fruits native to the restinga forest of ceara. **Revista Brasileira de Fruticultura.**, Jaboticabal, v. 39, n. 5, e-686, Dec. 2017 .

GU, Q.; DUAN, G.; YU, X. Bioconversion of Flavonoid Glycosides from Hippophae rhamnoides Leaves into Flavonoid Aglycones by Eurotium amstelodami. **Microorganisms**, v. 7, n. 5, p. 122, 2019.

GUINÉ, R. The Drying of Foods and its Effect on the Physical-chemical, sensorial and Nutritional Properties. **International Journal of Food Engineering**, v. 2, n. 4, p. 93-100, 2018.

HAJAT, C.; STEIN, E. The global burden of multiple chronic conditions: A narrative review. **Preventive medicine reports**. V.12, p. 284–293, 2018.

INDRASTI, D.; ANDARWULAN, N.; PURNOMO, E. H.; & WULANDARI, N. Stability of Chlorophyll as Natural Colorant: A Review for Suji (*Dracaena Angustifolia* Roxb.) Leaves' Case. **Current Research in Nutrition and Food Science Journal**, v. 6, n. 3, p. 609-625, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. v. 1 ,553p. São Paulo: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2008. p. 1020 (1 ed. Digital).

JARAMILLO-COLORADO, B. E.; STASHENKO, E. E.; WINTERHALTER, P. Fractionation of four Colombian essential oils by countercurrent chromatography and evaluation of their antioxidant activity. **Journal of Essential Oil Research**, p. 1-11, 2019.

JINASENA, M. A. M.; AMARASINGHE, A. D. U. S.; AMARASINGHE, B. M. W. P. K.; & PRASHANTHA; M. A. B. Extraction and degradation of chlorophyll a and b from *Alternanthera sessilis*. **Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka**, v.44, n. 1, p. 11-21, 2016.

KAMILOGLU, S.; TOYDEMIR, G.; BOYACIOGLU, D.; BEEKWILDER, J.; HALL, R. D.; & CAPANOGLU, E . A review on the effect of drying on antioxidant potential of fruits and vegetables. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 56, n. sup1, p. S110-S129, 2016.

KAMTEKAR, S.; KEER, V.; PATIL, V. Estimation of Phenolic content, Flavonoid content, Antioxidant and Alpha amylase Inhibitory Activity of Marketed Polyherbal Formulation. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v.4, n. 9, p. 61, 2014.

KARAK, P. Biological activities of flavonoids: an overview. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**. V. 10, n. 4, p. 1567-74, 2019.

KARAM, M. C.; PETIT, J.; ZIMMER, D.; DJANTOU, E. B.; & SCHER, J. Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. **Journal of Food Engineering**, v. 188, p. 32-49, 2016.

KESSIN, J. P.; PIGOZZI, L.; HAHN, P. C.; DIAS, G. V.; NUNES, M. R.; COSTA, M. D.; & VEECK, A. P. L. Atividade antioxidante de compostos fenólicos presentes em polpa e casca de goiabeira serrana. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 9, n. 1, p. 141-153, 2018.

KHOO, H. E.; AZLAN, A.; TANG, S. T.; & LIM, S. M. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. **Food & Nutrition Research**, v. 61, n. 1, p. 1361779, 2017.

KIOKIAS, S.; PROESTOS, C.; VARZAKAS, T. A Review of the Structure, Biosynthesis, Absorption of Carotenoids-Analysis and Properties of their Common Natural Extracts. **Current Research in Nutrition and Food Science**, Vol. 4, n. 1, p. 25- 37, 2016.

KUMAR, P. V. N.; ELANGO, P.; ASMATHULLA, S.; & KAVIMANI, S. A Systematic Review on Lycopene and Its Beneficial Effects. **Biomedical and Pharmacology Journal**, Vol. 10, n. 4, p. 2113-2120. 2017.

LE, X. T.; HUYNH, M. T.; PHAM, T. N.; THAN, V. T.; TOAN, T. Q.; BACH, L. G.; & TRUNG, N. Q. Optimization of Total Anthocyanin Content, Stability and Antioxidant Evaluation of the Anthocyanin Extract from Vietnamese Carissa Carandas L. Fruits. **Processes**, v. 7, n. 7, p. 468, 2019.

LEE, P. C.; GANGULY, S.; DIXON, J. B.; TAN, H. C.; LIM, C. H.; & THAM, K. W. Nutritional Deficiencies in Severe Obesity: a Multiethnic Asian Cohort. **Obesity surgery**, v. 29, n. 1, p. 166-171, 2019.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analysis in cranberries. *HortScience*, Alexandria, v.7, n.1, p.83-84, 1972.

LESJAK, M.; KS SRAI, S. Role of Dietary Flavonoids in Iron Homeostasis. **Pharmaceuticals**, v. 12, n. 3, p. 119, 2019.

LÓPEZ, E.; NAVARRO, A.; MANCHÓN, N.; & HERRERA, J. Componentes funcionales en Nanche (*Byrsonimacrassifolia* (L) Kunth). **de Cuerpos Académicos**, p. 6, 2014.

LÓPEZ-FROILÁN, R.; HERNÁNDEZ-LEDESMA, B.; CÁMARA, M.; & PÉREZ-RODRÍGUEZ, M. L. Evaluation of the antioxidant potential of mixed fruit-based beverages: A new insight on the folin-ciocalteu method. **Food analytical methods**, v. 11, n. 10, p. 2897-2906, 2018.

MAISNAM, D.; RASANE, P.; DEY, A.; KAUR, S.; & SARMA, C. Recent advances in conventional drying of foods. **Journal of Food Technology and Preservation**, v. 1, n. 1, 2017.

MALEK, M.; YOUSEFI, R.; SAFARI, S.; SEYYEDI, S. H. S.; & MOTTAGHI, A. Dietary Intakes and Biochemical Parameters of Morbidly Obese Patients Prior to Bariatric Surgery. **Obesity surgery**, v. 29, n. 6, p. 1816-1822, 2019.

MALTA, D. C.; BERNAL, R. T. I.; LIMA, M. G.; ARAÚJO, S. S. C. D.; SILVA, M. M. A. D.; FREITAS, M. I. D. F.; & BARROS, M. B. D. A. Doenças crônicas não transmissíveis e a utilização de serviços de saúde: análise da Pesquisa Nacional de Saúde no Brasil. **Revista saúde de pública**, São Paulo, v. 51, 2017.

MALTA, D. C.; ANDRADE, S. S. C. D. A.; OLIVEIRA, T. P.; MOURA, L. D.; PRADO, R. R. D.; & SOUZA, M. D. F. M. D. Probability of premature death for chronic non-communicable diseases, Brazil and Regions, projections to 2025. **Revista brasileira de epidemiologia**, São Paulo, v. 22, 2019.

MARDIGAN, L. P.; SANTOS, V. J. D.; SILVA, P. T. D.; VISENTAINER, J. V.; GOMES, S. T. M.; & MATSUSHITA, M. Investigation of bioactive compounds from various avocado varieties (*Persea americana* Miller). **Food Science and Technology**, Campinas, v. 39, n. 1, p. 15-21, 2019.

MARWA, F. H.; HUSSEIN, S. A.; SENOSI, Y. E.; MANSOUR, K. M.; & AMIN, A. The Role of Lycopene as Antioxidant and Anti-inflammatory in Protection of Oxidative

Stress Induced by Meta-laxyl. **Journal of Medicinal Chemistry & Toxicology**, v. 3, n. 1, p. 26-36, 2018.

MAZIERO, M.; LOVATTO, M. O.; LORENZONI, V. V.; MORAES, G. G.; DORNELLES, R. C.; SAGRILLO, M. R.; HORNER, R.; & MANFRON, M. P. Phytochemical study, an evaluation of the antioxidant potential and the antimicrobial activity of *Inga semialata* (Vell.) C. Mart. hydroalcohol extract. **Natural Product Research**, p. 1-5, 2019.

MENDES, G. M.; RODRIGUES-DAS-DORES, R. G.; CAMPIDELI, L. C. Avaliação do teor de antioxidantes, flavonoides e compostos fenólicos em preparações condimentares. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, p. 297-304, 2015.

MIN, J.; MIN, K. Serum lycopene, lutein and zeaxanthin, and the risk of Alzheimer's disease mortality in older adults. **Dementia and geriatric cognitive disorders**, v. 37, n. 3-4, p. 246-256, 2014.

MONTEIRO, C. A.; CANNON, G.; LAWRENCE, M.; COSTA LOUZADA, M. D.; & PEREIRA MACHADO, P. Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. **Rome, FAO**, 2019.

MONTEIRO, D. C. B.; PIRES, C. R. F. Avaliação da estabilidade físico-química de geleias de murici armazenadas sob diferentes condições de temperatura e luminosidade. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 3, n. Especial, p. 87-98, 2016.

MONTENEGRO, J. ANICETO, A.; ABREU, J. P.; & TEODORO, A. J. Características Físico-químicas e Atividade Antioxidante de Frutas da Região Amazônica. **69ª Reunião Anual da SBPC, Belo Horizonte–MG**, 2017.

MONTESANO D, B. F., COSSIGNANI, L. Lycopene and Cardiovascular Disease: An Overview. **Annals of Short Reports and Clinical Images**, v. 2, 2019.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; BARROS, N. V. D. A.; PORTO, R. G. C. L.; BRANDÃO, A. D. C. A. S.; LIMA, A. D.; & FETT, R. Bioactive compounds and antioxidant activity three fruit species from the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 41, n. 3, p. e-011, 2019.

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C. D.; BOAS, V.; DE BARROS, E. V.; & LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabirola e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.

MOSER, M. A.; CHUN, O. K. Vitamin C and heart health: a review based on findings from epidemiologic studies. **International journal of molecular sciences**, v. 17, n. 8, p. 1328, 2016.

MOTA, V. A.; CASTRO, J. C.; VAGULA, J. M.; DA COSTA, J. E. M. C.; & CLEMENTE, E. Physicochemical quality of Murici covered with starch-based

coverings and stored at different temperatures. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 1344-1352, 2016.

NASCIMENTO, L. M.; GOMES, K. R. O.; MASCARENHAS, M. D. M.; MIRANDA, C. E. S.; ARAÚJO, T. M. E. D.; & Frota, K. D. M. G. Association between the consumption of antioxidant nutrients with lipid alterations and cardiometabolic risk in adolescents. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 183-197, 2018.

NOVOTNY, J. A.; BAER, D. J.; KHOO, C.; GEBAUER, S. K.; & CHARRON, C. S. Cranberry juice consumption lowers markers of cardiometabolic risk, including blood pressure and circulating C-reactive protein, triglyceride, and glucose concentrations in adults. **The Journal of nutrition**, v. 145, n. 6, p. 1185-1193, 2015.

PAREEK, S.; SAGAR, N. A.; SHARMA, S.; KUMAR, V.; AGARWAL, T.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; & YAHIA, E. M Chlorophylls: Chemistry and Biological Functions. Fruit and Vegetable Phytochemicals. **Chemistry and Human Health**, v. 1, 2018.

PERALTA, M. Á. M.; SANTILLÁN, P. S.; GARCÍA, A. R. R.; LAGARDA, J. L. V.; LUZARDO, M. B. B.; & GUTIÉRREZ, L. A. Caracterización y evaluación de frutos de *nanche* (*Byrsonima crassifolia* L.). **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 11, n. 1, p. 151-160, 2020.

PEREIRA, L. D.; ASCHERI, D. P. R.; BASTOS, S. M. C.; ASCHERI, J. L. R.; & SANTOS, S. D. C. Optimization of phenolic compounds extraction and a study of the edaphic effect on the physicochemical composition of freeze-d. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 4, p.431-440, 2018.

PERVAIZ, T.; SONGTAO, J.; FAGHIHI, F.; HAIDER, M. S.; & FANG, J. Naturally Occurring Anthocyanin, Structure, Functions and Biosynthetic Pathway in Fruit Plants. **Journal of Plant Biochemistry & Physiology**, v. 5, p. 187, 2017.

POWER, R.; COEN R. F; BEATTY, S.; MULCAHY, R.; MORAN, R.; STACK, J.; HOWARD, A. N.; NOLAN, J. M. Supplemental Retinal Carotenoids Enhance Memory in Healthy Individuals with Low Levels of Macular Pigment in A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial. **Journal of Alzheimer's Disease**. V. 3, n.61, p. 947-961, 2018.

RAMALHO, A. Vitamina A. **ILSI Brasil-International Life Sciences Institute** (Série de publicações ILSI Brasil : funções plenamente reconhecidas de nutrientes), 2. ed., São Paulo, 2017.

RAMÍREZ-GARZA, S. L.; Laveriano-Santos, E. P.; Marhuenda-Muñoz, M.; Storniolo, C. E.; Tresserra-Rimbau, A.; Vallverdú-Queralt, A.; Lamuela-Raventós, R. M. Efeitos do resveratrol na saúde: resultados de ensaios com intervenções em humanos. **Nutrients**, v. 10, n.12, 2018.

RANA, A. C, GULLIYA, B. Chemistry and Pharmacology of Flavonoids- A Review. **Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research**. V.53, n. 1, p. 8-20, 2019.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

REIS, A. R. R.; SOARES, J. M. D.; SOUZA, A. G. D.; & MESSIAS, C. M. B. D. O. Conhecendo os benefícios dos alimentos funcionais. **Extramuros -Revista de Extensão da Univasf**, v.4, n. 2. Petrolina, 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: Internacional Life Sciences Institute Press, 2001. 64 p.

ROSLAN, A. S.; ANDO, Y.; AZLAN, A.; & ISMAIL, A. Effect of Glucose and Ascorbic Acid on Total Phenolic Content Estimation of Green Tea and Commercial Fruit Juices by Using Folin Ciocalteu and Fast Blue BB Assays. *Pertanika. Journal of Tropical Agricultural Science*, v. 42, n. 2, 2019.

SACKS, F.M.; LICHTENSTEIN, A. H.; WU, J. H.; APPEL, L. J.; CREAGER, M. A.; KRIS-ETHERTON, P. M.; MILLER, M.; RIMM, E. B.; RUDEL, L. L.; ROBINSON, J. G.; STONE, N. J.; & HORN, L. V. V. American Heart Association. Dietary Fats and Cardiovascular Disease: A Presidential Advisory From the American Heart Association. **Circulation**. V. 136, n. 3, p. e1- e23, 2017.

SANTOS, D. C.; LEITE, D. D. D. F.; LISBÔA, J. F.; FERREIRA, J. P. D. L.; SANTOS, F. S. D.; LIMA, T. L. B. D.; SANTOS, F. S.; LIMA, T. L. B.; FIGUEIREDO, R. M. F.; & COSTA, T. N. D. Modelagem e propriedades termodinâmicas da secagem de fatias de acuri. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 22, e2018031, 2019.

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

SANTOS, M. F. G.; MAMEDE, R. V. S.; RUFINO, M. D. S. M.; DE BRITO, E. S.; & ALVES, R. E. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants**, Switzerland, v. 4. n. 1, p. 591-602, 2015.

SANTOS, O. V.; CORREA, N. C. F.; CARVALHO JUNIOR, R.; COSTA, C. E. F. D.; MORAES, J. D. F. C., & LANNES, S. C. D. S. Quality parameters and thermogravimetric and oxidative profile of Muruci oil (*Byrsonima crassifolia* L.) obtained by supercritical CO<sub>2</sub>. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 38, n. 1, p. 172-179, Mar, 2018.

SANTOS, O. V.; SOARES, S. D.; VIEIRA, E. L. S.; LISBÔA, L. R. C.; PINTO, D. M. L.; DA COSTA MACIEL, A. C.; & DO NASCIMENTO, F. D. C. A. Excessive Consumption of Potentially Erosive beverages: implications for public health. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2, p. 2554-2571, 2019.

SANTOS-SÁNCHEZ, N. F.; SALAS-CORONADO, R.; HERNÁNDEZ-CARLOS, B.; & VILLANUEVA-CAÑONGO, C. Shikimic Acid Pathway in Biosynthesis of Phenolic Compounds, *Plant Physiological Aspects of Phenolic Compounds*. **Intech Open**, 2019.

SARAIVA, B. R.; VITAL, A. C. P.; ANJO, F. A.; DE CESARO, E.; & PINTRO, P. T. M. Valorização de resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para a alimentação humana. **Pubsaúde**, v. 1, 2018.

SHANDILYA, U. K.; SHARMA, A. Functional Foods and Their Benefits: An Overview. **Journal of Nutritional Health & Food Engineering**, v. 7, n.4, p. 2- 5, 2017.

SIDHU, J.; ZAFAR, T. Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits. **Food Quality and Safety**, v. 2, n. 4, p. 183-188, 2018.

SILVA, A. C. C.; SILVA, N. A.; PEREIRA, M. C. S.; & VASSIMON, H. S. Alimentos contendo ingredientes funcionais em sua formulação: revisão de artigos publicados em revistas brasileiras. **Revista Conexão Ciência I**, v. 11, n. 2, p. 133-144, 2016.

SINGH, R. L.; SHARMA, S.; SINGH, P. Antioxidants: Their Health Benefits and Plant Sources. **Phytochemicals of Nutraceutical Importance**, p. 248, 2014.

SIQUIERA, A. S. E.; FILHO-SIQUEIRA, A. G.; LAND, M. G. P. Análise do Impacto Econômico das Doenças Cardiovasculares nos Últimos Cinco Anos no Brasil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Sociedade brasileira de cardiologia. Rio de Janeiro, 2017.

SLUIJS, I.; CADIER, E.; BEULENS, J. W. J.; SPIJKERMAN, A. M. W.; & VAN DER SCHOUW, Y. T. Dietary intake of carotenoids and risk of type 2 diabetes. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 25, n. 4, p. 376-381, 2015.

SOUZA, M. S. B.; JÚNIOR, J. M. L.; & DE SOUZA BUARQUE, D. Optimization of the Extraction of Polyphenols and Antioxidant Capacity from *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth Fruit by Response Surface Methodology. *Plant Physiological Aspects of Phenolic Compounds*. **IntechOpen**, 2019.

SPRINGER, M.; MOCO, S. Resveratrol and Its Human Metabolites—Effects on Metabolic Health and Obesity. **Nutrients**, v. 11, n. 1, p. 143, 2019.

STAFUSSA, A. P.; MACIEL, G. M.; RAMPAZZO, V.; BONA, E.; MAKARA, C. N.; JUNIOR, B. D.; & HAMINIUK, C. W. I. Bioactive compounds of 44 traditional and exotic Brazilian fruit pulps: phenolic compounds and antioxidant activity. **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 106-118, 2018.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). Tabelas Complementares –Vitamina A e Carotenoides. Universidade de São Paulo (USP). **Food Research Center (FoRC)**. Versão 7.0. São Paulo, 2019.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). **Food Research Center (FoRC)**. Versão 7.1. São Paulo, 2020. [Acesso em: 30 de junho de 2020]. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>.

TAN, B. L.; NORHAIZAN, M. E. Carotenoids: How effective are they to prevent age-related diseases?. **Molecules**, v. 24, n. 9, p. 1801, 2019.

TANASE, C.; COSARCA, S.; MUNTEAN, D. L. A Critical Review of Phenolic Compounds Extracted from the Bark of Woody Vascular Plants and Their Potential Biological Activity. **Molecules**, v. 24, n. 6, p. 1182, 2019.

TANUMIHARDJO, S. A.; RUSSELL, R. M.; STEPHENSEN, C. B.; GANNON, B. M.; CRAFT, N. E.; HASKELL, M. J.; LIETZ, G.; SCHULZE, K.; & RAITEN, D. J.. Biomarkers of Nutrition for Development (BOND)—vitamin A review. **The Journal of nutrition**, v. 146, n. 9, p. 1816S-1848S, 2016.

TAPELA, N. M.; SHISIMOGO, G.; SHATERA, B. P.; LETSATSI, V.; GABORONE, M.; MADIDIMALO, T.; OVBEREDJO, C. M.; HARUNA, B.; JIBRIL, B.; TSIMA, D. B.; NKOMAZANA, D. O.; LOCKMAN, F. S.; MASUPE, D. T.; HIRSCHHORNG, L. R.; EL HALAB, S.; & DRYDEN-PETERSON, S. Integrating noncommunicable disease services into primary health care, Botswana. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 97, n. 2, p. 142-153, 2019.

TESTON, E. F.; CECILIO, H. P.; SANTOS, A. L.; ARRUDA, G. O. D.; RADOVANOVIC, C. A.; & MARCON, S. S. Fatores associados às doenças cardiovasculares em adultos. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 49, n. 2, p. 95-102, 2016.

TROUILLAS, P.; SANCHO-GARCIA, J. C.; DE FREITAS, V.; GIERSCHNER, J.; OTYEPKA, M.; & DANGLES, O. Stabilizing and modulating color by copigmentation: insights from theory and experiment. **Chemical reviews**, v. 116, n. 9, p. 4937-4982, 2016.

TURECK, C. Avaliação da ingestão de nutrientes antioxidantes pela população brasileira e sua relação com o estado nutricional. **Revista Brasileira Epidemiologia**, v. 20, p. 30- 42, 2017.

VERRUCK, S.; PRUDENCIO, E. S.; DA SILVEIRA, S. M. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. In: **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**. 2018.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; DE LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

VIERCI, G.; FERRO, E. Capacidad antioxidante total vinculada a la ingesta de frutas y verduras en adultos jóvenes de Asunción, Paraguay. **Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v. 36, n. 1, p. 118-124, 2019.

VITAMIN, A. Fact Sheet for Consumers. **Office of Dietary Supplements, National Institutes of Health. Updated**, February 14, 2020.

VINHA, A. F.; ALVES, R. C.; BARREIRA, S. V. P.; CASTRO, A.; COASTA, A. S. G.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Effect of peel and seed removal on the nutritional value and antioxidant activity of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruits. **LWT - Food Science and Technology**. v. 55, n.1, p. 197-202, 2014.

ZHANG, Z.; ZHANG, Q.; XUE, Y.; CHEN, G.; WU, Z.; & FANG, H. Serum levels of total antioxidant status, nitric oxide and nitric oxide synthase in minor recurrent aphthous stomatitis patients. **Medicine**, v. 98, n. 3, 2019.

ZUNINGA, A.; COQUEIRO, K.; & SIQUEIRA, M. Capacidade antioxidante de frutos nativos do cerrado (hancorniaspeciosa, campomanesiaxanthocarpa, eugenia dysenterica) uma breve revisão. **Revista Desafios**, v. 05, n. 01, 2018.