

Impact Factor: 3.4546 (UIF) DRJI Value: 5.9 (B+)

# Avaliação de atividade de antioxidante dos sucos clidemia hirta (buxixu), euterpe oleracea mart (açaí) e malpighia emarginata (acerola) pelo método de DPPH

# THIAGO MONTEIRO MAQUINÉ

Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais MARCIA CRISTINA GOMES DE ARAÚJO LIMA

Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil Escola Superior de Tecnologia – Laboratório de Engenharia dos Materiais

#### Resumo

Os sucos de Clidemia hirta (Buxixu), Euterpe olerace mart (Açaí) e Malpighia emarginata (Acerola) estão sendo estudados por apresentarem um alto teor de compostos fenólicos e uma alta capacidade antioxidante em suas composições químicas. Eles apresentam benefícios a saúde na prevenção de doenças não adquiridas e de doenças degenerativas. O estudo tem como objetivo avaliar as atividades antioxidantes em altas temperaturas térmicas. Os sucos foram expostos a um tratamento térmico, por um tempo de 10 minutos, nas seguintes temperaturas: 25°C, 35°C, 45°C, 65°C, 75°C, 85°C e 95°C. Isso foi realizado com o objetivo de avaliar a degradação dos antioxidantes presentes nos sucos Clidemia hirta (Buxixu), Euterpe olerace mart (Açaí) e Malpighia emarginata (Acerola). O estudo consiste em analisar a atividade antioxidante, in vitro, dos sucos pelo método do sequestro de radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil). Os sucos das estudadas mostraram mais eficientes em sequestrar os radicais livres DPPH, como capacidade antioxidante, destacando-se positivamente as que apresentam maiores sementes como o suco de açaí, o segundo foi o suco de acerola e como a fruta que apresenta a menor semente o suco do buxixu.

#### Palavras Chave: Degradação; Antioxidante; DPPH.

#### Abstract

The juices of Clidemia hirta (Buxixu), Euterpe olerace mart (Açaí) and Malpighia emarginata (Acerola) are being studied because they have a high content of phenolic compounds and a high antioxidant capacity in their chemical compositions. They have health benefits in preventing non-acquired diseases and degenerative diseases. The study aims to evaluate antioxidant activities at high thermal temperatures. The juices were exposed to heat treatment for 10 minutes at the following temperatures: 25°C, 35°C, 45°C, 65°C, 75°C, 85°C and 95°C. This was carried out with the aim of evaluating the degradation of antioxidants present in the juices Clidemia hirta (Buxixu), Euterpe olerace mart (Açaí) and Malpighia emarginata (Acerola). The study consists of analyzing the in vitro antioxidant activity of juices using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radicals cavenging method. The juices of those studied were more efficient in sequestering DPPH free radicals, as well as antioxidant capacity, highlighting positively those with the largest seeds, such as açaí juice, the second was acerola juice and, as the fruit with the smallest seeds, the buxixu juice.

Keywords: Degradation; Antioxidant; DPPH.

#### 1 INTRODUCÃO

Na busca por praticidade e benefícios em alimentação com dieta saudável, o ser humano tem buscado novas fontes de alternativas em antioxidantes, principalmente de origem *in natura*, para manutenções da saúde. Pesquisas recentes têm destacado múltiplas

funções e vários mecanismos importantes dos compostos fenólicos no organismo, os quais não estão relacionados somente a sua atividade antioxidante direta, mas também a habilidade destas substâncias de se ligarem a proteínas. Isto inclui se ligarem à receptores celulares e transportadores de membrana e serem capazes de influenciar a expressão gênica, sinalização e adesão celular (Kroow & Williamson, 2005).

Os radicais livres são produzidos naturalmente pelos seres vivos no seu metabolismo, o oxigênio tem uma atividade primordial no metabolismo celular aeróbico. O corpo humano está continuamente submetido à ação oxidativa do oxigênio, vários estudos têm mostrado que o consumo de substâncias antioxidantes na dieta diária desenvolveram um complexo sistema de defesa para combater espécies reativas que são continuamente produzidas por fatores endógenos que são respiração aeróbica, algumas funções imunes mediadas pelas células e exógenos fontes externas no qual estamos sujeitos, a radiação UV, fumo, poluição, drogas, dietas hiper calóricas excessiva, estresse, agrotóxicos e produtos químicos industriais, podem contribuir a formação de radicais livres, que são fruto do metabolismo celular e que tem um forte poder destrutivo para as células e tecidos sendo assim muito nocivo à saúde. O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais se estacam os polifenóis (Wang, Cao, Prior, 1996; Bravo, 1998; Martinez-Valverde, Periago, Ros, 2000; Kaur, Kapoor, 2002).

A Região Amazônica é conhecida pela sua imensa biodiversidade, existem muitas espécies frutíferas praticamente inexploradas, que podem representar uma alternativa para o consumo de suco in natura e consumidores que buscam produto ricos em fontes antioxidantes, na preservação de doenças não adquirida e consequentemente aumentando a qualidade de vida saudável. Devido à escarceis de estudos sobre os compostos bioativos de espécies do fruto amazônica buxixu Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), este trabalho tem como objetivo identificar a degradação dos bioativos e avaliar seu comportamentos em altas temperaturas, incluindo sucos do fruto de buxixu (Clidemia hirta), o fruto de açaí (Euterpe oleracea Mart) uma fruta da Amazônia, é rica em antioxidantes, composto com benefício para saúde auxilia na preservação de doenças associadas ao acúmulo de radicais livres e do fruto da acerola (Malpighia emarginata), conhecida pela por ter um alto teor em fonte natural de vitamina C rica em vários bioativos, é originária da América Tropical.

#### 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFIA

# 2.1 Atividade Antioxidante

As atividades dos antioxidantes são fundamentais para a proteção do ser humano, ajuda e diminui os danos causados por várias ações nocivas aos radicais livres. Os antioxidantes são moléculas com cargas positivas que se combinam com os radicais livres, de carga negativa, tornando-os inofensivos. As substâncias antioxidantes são formadas por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais (antioxidantes não enzimáticos) e, ainda, por enzimas (antioxidantes enzimáticos) que combatem o efeito nocivo dos radicais livres (Souza, 2013).

Os princípios de ação dos antioxidantes podem ser classificados em dois físicos e dois químicos, o sequestro de radicais livres está incluso no processo químico no qual iremos abordar ações benéficas para os organismos. As células humanas dependem de certa capacidade antioxidante para fornecer proteção contra os efeitos prejudiciais de

radicais e espécies reativas do oxigênio, que são consequências inevitáveis da vida aeróbica (Maia et al., 2007).

# 2.2 Compostos Fenólicos

Os fenóis e polifenos são produtos natural produzidos através dos metabolismos secundários que estão presentes em alimentos como vinho, frutas, chás, azeites, sucos entre outros das plantas. Este processo secundário das plantas surge como um mecanismo de defesa, protegendo-as contra vários tipos de patógenos, contra radiação UV, auxilia no processo de polinização e também colabora para a coloração das plantas. O consumo diário destes compostos tem sido associado com a diminuição dos riscos de doenças crônicas, em especial aquelas doenças associadas ao estresse oxidativos, devido as suas propriedades antioxidantes.

De acordo com (Halliwell 2007) que além de contribuírem para os mecanismos e defesa reino vegetal, vários estudos mostraram que os polifenóis possuem ação protetora contra doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, diabetes Mellitus, e diversos tipos de câncer humanos.

### 2.3 Radical Livre

Os radicais livres tomam parte na destruição de microrganismos durante o processo de fagocitose, mecanismo essencial na defesa contra infecções, e atuam como fatores de transcrição na sinalização intracelular, induzindo à apoptose. Quanto aos efeitos adversos, sua produção tem sido implicada na carcinogênese, na progressão de doenças cardiovasculares, na patogênese da sepse e doenças oculares (catarata e degeneração macular), em complicações da diabetes mellitus, disfunções cognitivas associadas ao envelhecimento e também na isquemia tecidual seguida de reperfusão que ocorre em procedimentos cirúrgicos (Leite & Sarni, 2003).

# 2.4 Clidemia hirta (Buxixu), Euterpe oleracea mart (Açaí) e Malpighia emarginata (Acerola)

A família Melastomataceae apresenta aproximadamente 4.570 espécies distribuídas pelas regiões tropicais e subtropicais de todo a globo terrestre. Cerca de 175 destas espécies pertencem ao gênero *Clidemia* D. Don, que ocorre desde a sul do México até o Paraguai e sul do Brasil, além de ter sido introduzido na África. Como todas as espécies de Melastomataceae, o gênero *Clidemia* prefere um clima quente e tropical (Raffauf, 1996).

Clidemia hirta é um arbusto que cresce até cerca de 2,0m de altura (WURDACK, 1973). Extratos de acetato de etila de raízes de Clidemia hirta relatam taninos derivados de ácido elágico e gálico, além de sua atividade antibacteriana sem citotoxicidade (Abdellaoui et al. 2014).

O açaizeiro (*Euterpe oleracea Mart*) é uma palmeira que pertence à família Arecaceae, O açaí fruta exótica da Amazônia, é rico em componentes antioxidantes e compõe uma variedade de produtos associados com o benefício da saúde. Também se aplica em energéticos e bebidas refrescantes. KUSKOSKI et al. (2006) encontrou altos valores de polifenóis totais na polpa congelada do açaí. O fruto do açaizeiro é uma drupa séssil, de forma arredondada, com um tamanho de 1 a 2 centímetros e peso médio de 0,8 a 2,3g. O mesocarpo, ou seja, a polpa, tem uma espessura de 1 a 2 mm, representando somente 5 a 15% do volume do fruto, de acordo com o grau de maturidade da fruta. O epicarpo do fruto é muito fino e possui a cor verde nas variedades Branco e Tinga e,

antes do amadurecimento os frutos do açaí Preto também são verdes, tornando-se violeta/púrpura quando maduros (ROGEZ, 2000).

A acerola (*Malpighia emarginata*), também conhecida por cereja-das-antilhas, é um fruto avermelhado do clima tropical e subtropical originário das ilhas do Caribe norte da América do Sul e América Central (Manica et al., 2003; Soares Filho e Oliveira,2003). O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de acerola no mundo (CARVALHO, 2000). O teor de vitamina C na acerola geralmente é fluênciado por vários fatores como o local geográfico, conduta do cultivo, regime pluvial, exposição à luz solar, características genéticas e, principalmente, o estádio de maturação em que os frutos se encontram. Diversos pesquisadores constataram que o conteúdo desta vitamina diminui durante o amadurecimento do fruto (NOGUEIRA et al., 2002; ASSIS; LIMA; OLIVEIRA,2001; VENDRAMINI; TRUGO, 2000; ALVES; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F., 1995). De acordo com Brasil (2000), a polpa de acerola deve ser composta de pH mínimo de 2,80, de ácido ascórbico igual ou maior que 800 mg/100 mg de polpa e acidez total em ácido cítrico de no mínimo 0,80 g/100 g da amostra (BRASIL, 2000).

É um fruto atrativo pelo seu valor nutricional agregado, sendo fonte de vitamina C, vitamina A, cálcio e vitamina do complexo B. Seu consumo está expansão devido do seu elevado teor de ácido ascórbico (vitamina C), que pode alcançar até 5000 miligramas por 100 gramas de polpa (EMBRAPA, 2019). Seu consumo pode ser tanto *in natura* como industrializados, sob a forma de sucos, polpas, geleias, licores, doces e xaropes (CEPLAC, 2019) De acordo com Assis e seus colaboradores, acerola tem um alto teor de vitamina C, sendo também rica em outros nutrientes como carotenoides, tiamina, riboflavina e niacina (ASSIS et al., 2001).



Figura 1. Fruto da Clidemia Hirta (Buxixu) (Autores,2024)



Figura 2. Fruto da Euterpe oleracea Mart (Açaí) (Autores,2024)



Figura 3. Fruto da Malpighia emarginata (Acerola)

# 3 MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 Preparo da Amostra

Com a espécie de *Clidemia hirta* (Buxixu) obtemos o suco, depois do processo de higienização do fruto em água corrente para eliminação de impurezas, deixamos de molho em 15 ml de hipoclorito de sódio a 1% para um litro de água potável deixamos de molho por 15 minutos, depois lavamos com agua potável para tirar o excesso do hipoclorito de sódio a 1%.Os frutos de buxixu foram pesados em balança analítica, 100,07 g do buxixu depois processada no liquidificador doméstico de 1.000 Watts, em proporção de 1:2 extrato/água destila (100 gramas *Clidemia hirpa* para 200 ml de água

destilada), processado o suco obtivemos aproximadamente 260 ml do suco após filtrado, pegamos 60 ml do suco para análise e o restante sendo conservado em temperatura de -18°C no freezer. Os 60 ml do suco de buxixu foi filtrado em filtro de pano por 2 vezes para extração de todas macro partícula, para melhor obtenção dos resultados em ensaios Uv-vis. Depois deste processo o suco foi armazenado no frasco de reagente com tampa de rosca e sendo conservado em temperatura de -18 °C no freezer até a posteriores análises.

Posteriormente foi escolhido 2 (dois) sucos em polpa encontrados em mercado foram analisados, pelo seu alto teor de antioxidante e vitamina C. espécie de Euterpe oleracea (açaí) conhecido popularmente por açaí e da espécie Malpighia emarginata (acerola) conhecida como acerola. Ambas em embalagem de 100 gramas, para obtenção dos respectivos sucos, de açaí e de acerola. Depois processado cada um no liquidificador, na proporção de 1:2 extratos/águas destilada (100 gramas açaí 200 ml de água destilada), logo após o processado o suco foi filtrado, em filtro de pano filtrado por 2 vezes para extração de todas macro partícula, para melhor obtenção dos resultados em ensaios espectrometria Uv-vis Os sucos foram armazenados em frasco reagente com tampa de rosca sendo conservado em temperatura aproximadamente a -18°C em congelador até a posteriores análises.



Figura 4: Pesagem do fruto Buxixu (Autores,2024)



Figura 7: Suco do Buxixu filtrado (Autores, 2024).



Figura 5: Processamento do fruto de Buxixu (Autores, 2024).



Figura 8. Suco de acerola filtrado (Autores,2024)



Figura 6: Filtragem do Suco do Buxixu (Autores, 2024).



Figura 9. Suco de açaí (Autores,2024)

# 3.2 Tratamento Térmico

Os sucos foram colocados cada um em seu béquer e submetidos a ensaio de temperatura controlada em banho de aquecimento, para analisarmos a degradação dos compostos químicos de seus bioativos presentes em cada suco. Após o aquecimento de cada suco e com suas respectivas a temperaturas foi separado 3 ml de cada suco, e assim suscetivelmente em 10 e 10°C foram coletadas, totalizando 8 amostras de cada suco respectivas temperaturas. Começando a coleta a partir da temperatura de 25°C, 35°C,45°C,55°C, 65°C, 75°C, 85°C e 95°C dos sucos *Clidemia hirta* (Buxixu), Açaí e Acerola. Logo após temperaturas de cada suco atingidos, os mesmos foram separados em frascos, identificados com o nome de cada suco com suas respectivas temperaturas. O estudo de cinética de degradação térmica dos sucos foi realizado utilizando o tempo e a temperaturas como parâmetro. Ao todo foram coletadas 24 amostras para futuros análises, como demonstram as Tabelas 1.

Tabela 1. Relação	de amostras	coletadas en	n relação à	temperatura e o tempo.

Tempo (Minutos)	Amostra (Suco)
10	Buxixu, Açaí e Acerola
	10 10 10 10 10 10 10

Fonte: (Autores, 2024).

Como demostra a Tabela 1, os 3 sucos foram expostos ao mesmo tempo e a mesma temperatura por 10 minutos, no banho de temperatura controlada. A primeira amostra coletada dos sucos foi com a temperatura de 25°C, pois foi observado que a água destilada em temperatura ambiente climatizado apresenta está temperatura. A primeiras amostras dos sucos foram coletadas em temperatura ambiente climatizado, que é a temperatura de 25°C antes de serem submetidas ao banho térmico de temperatura controlada. Após o banho de temperatura controlada chegar na temperatura de 35°C, com os sucos expostos ao banho térmico, esperamos 10 minutos e coletamos a 2 amostras dos sucos. Foram coletadas amostras dos sucos de 10 em 10°C com o tempo de 10 minutos de exposição térmica, sucessivamente este processo até chegar nas últimas coletas que foram na temperatura de 95°C. Como mostra a tabela cima foram coletadas 24 amostras dos sucos com suas respectivas temperaturas para análise, como mostra as figuras 10, 11 e 12 abaixo.



Figura 10. Sucos antes do tratamento térmico (Autores,



Figura 11. Sucos em tratamento térmico (Autores, 2024)



Figura 12. Amostras dos sucos coletadas com suas respectivas temperaturas (Autores,2024)

### 3.3 Avaliação de Atividade Antioxidante

Os reagentes empregados para a detecção dos compostos fenólicos foram solução de Folin-Ciclateau (FCR) e a solução de Bicarbonato de sódio (NaHCO3). Em um balão volumétrico de 10 ml foi adicionado 1 ml de Folin-Ciclateau (FCR) e 9 ml de água destilada, para solução do reagente empregado para detecção dos compostos fenólicos. Foi observado que os sucos de acerola com adição do Folin-Ciclateau (FCR) ficaram azul escuro mais do que dos sucos de Açaí e Buxixu, como podemos observar a figura 15. Então na análise qualitativa com o reagente podemos observar que o suco da acerola

tem Folin- Ciclateau (FCR) apresentou mais reação química, ou seja, o suco de acerola poderá ter mais quantidade de compostos fenólicos presentes mais do que os sucos do Açaí e Buxixu. Após adição da solução de Bicarbonato de sódio (NaHCO3), todos os sucos ficaram escuros (azul marinho puxando para o preto) conforme mostra a figura 16.

A solução de Bicarbonato de sódio (NaHCO3) acelera a reação química em conjunto com a solução do Folin-Ciclateau (FCR) por este motivo que todos os poços da placa de Elisa ficaram azul marinho puxado para o preto.



Figura 13. Reagentes, equipamentos e amostras dos sucos
(Autores, 2024)



Figura 15. Placa de Elisa de 96 poços, com o reagente Folin-Ciclateau (FCR) (Autores, 2024)



Figura 14. Reagentes separados (Autores, 2024)

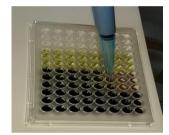


Figura 16. Placa de Elisa com 96 poços com o reagente Bicarbonato de sódio (NaHCO3) (Autores, 2024)

#### 3.4 Método DPPH

Atividade captadora de radicais usando o radical livre DPPH foi avaliada como descrito por Mensor et al. (2001). A atividade antioxidante foi determinada através da capacidade dos antioxidantes presentes nas amostras em sequestrar o radical estável DPPH. Foi preparada uma solução metanólica de DPPH (100  $\mu M$ ) foi previamente preparada. De forma a apresentar absorbância em 515 nm entre 0,6 e 0,7. Em placa de Elisa de 96 poços foi adicionado em triplicata um volume de 190  $\mu L$  de radical com  $10\mu L$  dos sucos. Como controle positivo foi utilizado o Trolox em uma concentração de 125 a 2.000  $\mu M$ . A mistura foi mantida no escuro à temperatura ambiente durante 30 min. A absorbância foi medida em 515 nm usando o leitor de Elisa Biotec ELx800. Os resultados foram expressos em  $\mu M$  de Capacidade Antioxidante Equivalente a Trolox (TEAC).

O método baseia-se na transferência de hidrogênio ou de elétrons onde, por ação de um antioxidante (AH) ou uma espécie radicalar, o DPPH que possui cor púrpura como mostra a figura 17 é reduzido formando difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela como mostra a figura 18, com consequente desaparecimento da absorção, podendo a mesmo ser monitorada pelo decréscimo da absorbância em equivalência a Trolox.



Figura 17. Placa de Elisa com 96 pocos com o DPPH antes da leitura (Autores, 2024).

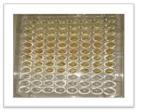


Figura 18. Placa de Elisa com 6 poços com DPPH após a leitura (Autores, 2024).

Para comparação com o padrão Trolox foi construída uma curva de calibração (concentração versus inibição) nas concentrações de 100; 250; 500; 1000; 1500; 2000mg.mL-1 conforme gráfico 1. Desta forma, os valores de inibição de cada amostra foram convertidos em µM do equivalente Trolox (µmol TEAC). Os resultados foram expressos em (capacidade antioxidante equivalente em Trolox) de atividade antioxidante ou sequestradora de radicais livres.



Gráfico 1. Curva de Calibração de Trolox (Autores, 2024).

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 4.1 Espectroscopia UV-VIS

Podemos observar na figura 19 comparando outros sucos já estudados, mostra que os sucos do Buxixu e do açaí tem maior absorbância devido apresentar maior concentração das moléculas, ou seja, grupo funcionais são moléculas que apresenta duplas ligações conjugadas nos anéis aromáticos, ou seja, apresentarem maior grupos cromóforos na sua composição deferente da acerola por apresentar uma absorção menor.

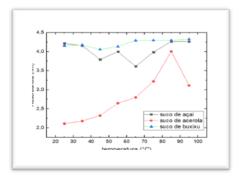


Figura 19. Corresponde à cinética da degradação dos 3 sucos analisados em temperatura controlada em banho de aquecimento (Autores, 2024).

De acordo com o Menezes e seus colaboradores, as altas quantidades de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados demonstram que a polpa de açaí está altamente sujeita a autoxidação, devido a sua quantidade de duplas ligações, podendo ser um dos parâmetros responsável pela reduzida vida de prateleira do produto (ROGEZ, 2000; MENEZES, et al., 2008 e NASCIMENTO, et al., 2008).

Os compostos com grupo carbonila tem o poder maior e absorver a luz, promovendo a quebra da cadeia através do mecanismo Norrish I e II. Podemos observar a degradação dos sucos buxixu e açaí começa caí na temperatura de 45 °C onde ocorre a degradação que está relacionada ao rompimento da ligação química covalente muito presente nos grupos de cromóforos. Quanto maior absorbância mais moléculas de grupos funcionais presente no suco, ou seja, maior peso molecular presente nos sucos e mais nutrientes presente no suco como podemos observar no suco de buxixu e do açaí tem uma maior absorbância em relação ao da acerola. Segundo ROBARDS (1997) os flavonoides possuem duas bandas de absorção no UV características: banda II, com absorção entre 240-295 nm (anel A), e banda I, com absorção entre 310-560 nm (anel B) (ROBARDS; ANTOLOVICH, 1997).

Grupos funcionais ligados ao esqueleto principal podem deslocar a sua absorção (YAO et al., 2004). Os flavonoides são ácido fracos, são compostos químicos polares estes solúveis em etanol, metanol e butanol em produtos químicos solventes em água. Sofrem degradação em meio alcalino na presença do oxigênio. Apresentam intensa absorção no UV, aproximadamente em 350 nm devido à presença de ligações duplas conjugadas com os anéis aromáticos (Markhan, 1982).

# 4.2 Avaliação do antioxidante dos sucos com DPPH equivalente a Trolox

Os resultados da atividade antioxidante pelo método DPPH estão expressos como valor TEAC (capacidade antioxidante total do composto equivalente ao Trolox), nas Tabela 2 abaixo, que é definido como a concentração de Trolox que apresenta o mesmo percentual de inibição que uma concentração de 1 mM do composto de referência. Assim, quanto maior o valor TEAC, mais forte é o potencial antioxidante presentes nos sucos analisados.

Tabela 2. Atividade antioxidante (AA) e coeficiente de variação dos sucos de Buxixu com suas especifica temperaturas.

Suco de Buxixu (Clidemia hirta)					
Temperatura	DPPH	Coeficiente de Variação (%)			
25°C	1278,917±6,292	0,492			
35°C	1098,917±5,774	0,525			
45°C	$999,750\pm2,500$	0,250			
55°C	601,417±5,204	0,865			
65°C	$375,583\pm5,204$	1,386			
75°C	$259,750\pm2,500$	0,962			
85°C	$142,250\pm2,500$	1,757			
95°C	$102,250\pm4,300$	4,235			

AA= Atividade Antioxidante (ensaio DPPH) –  $\mu$ M TEAC (atividade antioxidante equivalente em Trolox). Média  $\pm$  desvio padrão (n=3). Coeficiente de variação= (desvio padrão/média) x100.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Constata-se, na Tabela 2, que, atividade antioxidante pelo método de captura de radicais DPPH; os sucos de Buxixu nas temperaturas de 25°C,35°C e 45°C apresentaram a mais elevada atividade antioxidante, com os valores  $\mu$ M TEAC de 1.278,917  $\pm$  6,292 e 1.098,917  $\pm$  5,774 e 999,750  $\pm$  2,500 mM Trolox dos sucos. Já os

sucos de Buxixu de temperaturas de 55°C,65°C e 75°C apresentaram uma atividade antioxidante mediana, com os valores  $\mu M$  TEAC de 601,417  $\pm$ 5,204 e 375,583  $\pm$ 5,204 e 259,750  $\pm$ 2,500 mM Trolox dos sucos. Os sucos de Buxixu nas temperaturas de 85°C e de 95°C apresentaram as menores atividades antioxidantes com  $\mu M$  TEAC de 142,250  $\pm$ 2,500 e 102,250  $\pm$ 4,300 mM de TROLOX dos sucos.

Tabela 3. Atividade antioxidante (AA) e coeficiente de variação dos sucos de Açaí com suas especifica temperaturas.

Suco de Açaí (Euterpe oleracea mart)				
Temperatura	DPPH	Coeficiente de Variação (%)		
25°C	1604,750±4,330	0,270		
35°C	$1450,583\pm6,292$	0,434		
45°C	1273,917±7,638	0,600		
$55^{\circ}\mathrm{C}$	923,917±3,819	0,413		
$65^{\circ}\mathrm{C}$	683,917±5,204	0,761		
75°C	581,417±3,819	0,657		
85°C	178,917±3,819	2,134		
95°C	158,917±6,292	3,959		

AA= Atividade Antioxidante (ensaio DPPH) –  $\mu$ M TEAC (atividade antioxidante equivalente em Trolox). Média  $\pm$  desvio padrão (n=3). Coeficiente de variação= (desvio padrão/média) x100. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Constata-se, na Tabela 3, que, atividade antioxidante pelo método de captura de radicais DPPH ; os sucos de Açaí nas temperaturas de 25°C, 35°C e 45°C apresentaram a mais elevada atividade antioxidante, com os valores  $\mu M$  TEAC de 1.604,750  $\pm$  4,330 e 1.450,583  $\pm$  6,292 e 1.273,917  $\pm$  7,638 mM Trolox dos sucos. Já os sucos de Açaí de temperaturas de 55°C, 65°C e 75°C apresentaram uma atividade antioxidante mediana, com os valores  $\mu M$  TEAC de 923,917  $\pm$  3,819 e 683,917  $\pm$  5,204 e 581,417  $\pm$  3,819 mM Trolox dos sucos. Os sucos de Açaí nas temperaturas de 85°C e de 95°C apresentaram as menores atividades antioxidantes com  $\mu M$  TEAC de 178,917  $\pm$  3,819 e 158,917  $\pm$  6,292 mM de TROLOX dos sucos.

Tabela 4. Atividade antioxidante (AA) e coeficiente de variação dos sucos de Acerola com suas especifica temperaturas.

temperaturas.						
Suco de Acerola (Malpighia emarginata)						
	Temperatura	DPPH	Coeficiente de Variação (%)			
	_					
	$25^{\circ}\mathrm{C}$	$1424,750\pm5,000$	0,351			
	$35^{\circ}\mathrm{C}$	1184,250±3,819	0,322			
	45°C	895,583±3,819	0,426			
	$55^{\circ}\mathrm{C}$	711,417±3,819	0,537			
	$65^{\circ}\mathrm{C}$	346,417±3,819	1,102			
	75°C	$229,750\pm5,000$	2,176			
	85°C	$179,750\pm5,000$	2,782			
	95°C	110,583±3,819	3,453			

AA= Atividade Antioxidante (ensaio DPPH) –  $\mu$ M TEAC (atividade antioxidante equivalente em Trolox). Média  $\pm$  desvio padrão (n=3). Coeficiente de variação= (desvio padrão/média) x100.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Constata-se, na Tabela 4, que, atividade antioxidante pelo método de captura de radicais DPPH; os sucos de Acerola nas temperaturas de 25°C, 35°C e 45°C apresentaram a mais elevada atividade antioxidante, com os valores  $\mu M$  TEAC de  $1.424,750\pm5,000$ e  $1.185,583\pm3,819$ e 895,583  $\pm$ 3,819 mM Trolox dos sucos. Já os sucos de Acerola de temperaturas de 55°C, 65°C e 75°C apresentaram uma atividade

antioxidante mediana, com os valores  $\mu$ M TEAC de 711,417  $\pm$  3,819 e 346,417  $\pm$  3,819 e 229,750  $\pm$  5,000 mM Trolox dos sucos. Os sucos de Acerola nas temperaturas de 85°C e de 95°C apresentaram as menores atividades antioxidantes com  $\mu$ M TEAC de 179,750  $\pm$  5,000 e 110,583  $\pm$  3,819 mM de TROLOX dos sucos.

Como podemos observar os resultados evidenciam a alta atividade antioxidante em todos os sucos analisados, porém o suco majoritário foi o de Açaí de acordo com os resultados, o segundo vem o de acerola e o último e o nosso suco do Buxixu que está sendo estudado. Mas como podemos observar os resultados são justificados devidos, todos as frutas serem processados com a semente para obtenção dos sucos. De acordo com Jardini e Mancini Filho (2007), em muitos frutos os compostos antioxidantes se localizam majoritariamente nas sementes. Sabemos a maiores sementes entre as frutas analisada é o de Açaí, segunda semente maior é o da acerola e já a menor semente entre as frutas analisadas é da fruta do Buxixu. Justificando a discrepância dos resultados.

No gráfico 2 podemos visualizar as curvas cinéticas de degradação do radical DPPH equivalente ao trolox, pelos sucos, em diferentes temperaturas, dos sucos de frutas avaliados neste estudo.



Gráfico 2. Cinética do potencial antioxidante dos sucos analisados pelo método de DPPH.

Cada suco possui um comportamento distinto de acordo com a concentração dos grupos funcionais. Todos os sucos apresentaram uma forte capacidade antioxidante, porém os de temperaturas de 25°C foi majoritário com a capacidade de antioxidante de expressiva redução do radical DPPH, e os das temperaturas de 35°C e 45°C apresentaram uma de reação mediana na capacidade de antioxidante de expressiva redução do radical DPPH, já nas temperaturas de 55°C, 65°C e 75°C uma fraca capacidade de antioxidante de expressiva redução do DPPH, e os sucos das temperaturas de 85°C e 95°C não expressa nenhuma redução do radical DPPH.

A avaliação da cinética de reação é importante neste caso, pois pode ocorrer mudança entre um composto antioxidante e outro, tendo em vista que três tipos de cinética de reação, as quais são a rápida, a intermediária e a lenta, onde a primeira ocorre quando o composto antioxidante reage com rapidez com o radical livre DPPH e atinge o término da reação em segundos, a segunda ocorre quando o composto antioxidante reage com o radical livre DPPH e atinge o término da reação dentro de 30 minutos e terceira ocorre quando o composto antioxidante reage com o radical livre DPPH e atinge o término da reação em mais de uma hora (BRAND-WILLIAMS;CUVELIER; BERSET, 1995).

# 5 CONCLUSÃO

Para todos os sucos das frutas estudadas mostraram mais eficientes em sequestrar os radicais livres DPPH, ocorreu grande variabilidade nos teores fenólicos totais, como capacidade antioxidante, destacando-se positivamente as que apresentam maiores sementes como o suco de Açaí, o segundo foi o de acerola e como a fruta que apresenta a menor semente e a fruta do Buxixu justiça os resultados das análises. Houve uma negativa correlação entre a capacidade antioxidante e fenólicos totais para os sucos analisados, devido a composição de cada suco e dos grupos funcionais dos compostos fenólicos.

#### REFERENCIAS

ASSIS, S.A.; LIMA, D.C.; OLIVEIRA, O.M.M.F. Activity of pectinmethylesterase, pectin contente and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development. Food Chemistry, v.74, p.133-137,2001.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. Food Science and Technology, v.28, n. 1, p. 25–30, 1995.

BRASIL. Ministério as Agricultura e do Abastecimento. Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta. Instrução normativa nº 01, 7 de janeiro de 2000.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutr. Rev.*, Washington, v.56, n.11, p.317-333, 1998.

CEPLAC, Comissão de Plano de Lavoura Cacaueira. Disponível em:<a href="http://www.ceplac.gov.br/acerola.htm">http://www.ceplac.gov.br/acerola.htm</a>. acesso em 20 de janeiro de 2024.

Embrapa Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em:<a href="http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas\_pesquisadas-acerola.php&menu=2">http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas\_pesquisadas-acerola.php&menu=2</a>. acesso em 20 de janeiro de 2024.

Halliwell B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. Plant Physiol. 2007 Jun; 141 (2):312-22.

JARDINI, F. A.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*L.). Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 137-147, 2007.

KROOW, P. e WILLIAMSON, G. Polyphenols: dietary components with established benefits to health? J Sci Food Agric, v. 79, n. 8, p. 1081-1090, 2005.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, jul-ago, 2006. LEE, K.W.; KIM, Y.J.; LEE, H.J.; LEE, C. Y. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. Journal of Agricultural and Food Chemistry. v.51, p.7292-7295, 2003.

LEITE, H. P.; SARNI, R. S. Radicais livres, antioxidantes e nutrição. Revista Brasileira de Nutrição Clínica, v. 18, n. 2, p. 87-94, 2003.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M. S.; LIMA, A. S. Processamento de sucos de frutas tropicais. Fortaleza: Editora UFC, 2007 p. 320

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M.J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de ladieta. Arch. Latinoam. Nutr., Caracas, v.50, n.1, p.5-18,2000.

MENEZES, E. M. da S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Martius) liofilizada. Acta Amazônica, v.38, n.2, p. 311-316, 2008.

NASCIMENTO, R. J. S. do; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. Revista Brasileira de Fruticultura, v.30, n.2, p. 498-502, 2008.

ROBARDS, K.; ANTOLOVICH, M. Analytical Chemistry of fruit bioflavonoids - A Review. Analyst, v. 122, n. 2, p. 11R-34R. 1997.

ROGEZ, H. Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação. Belém: Universidade Federal do Pará, 2000.

SOUZA, R. O. S. Potencial antioxidante de extratos obtidos a partir de resíduos de frutos amplamente consumidos no estado do Amazonas. 2013. Dissertação (Mestrado de Ciências Farmacêuticas) — Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2013.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R.L. Total antioxidant capacity of fruits. J. Agric. Food Chem., Washington, v.44, n.3, p.701-705, 1996.