

## **Avaliação da composição nutricional, caracterização e correlação dos parâmetros de qualidade da polpa do cacau**

**Evaluation of nutritional composition, characterization and correlation of pulp quality parameters of cocoa**

**Evaluación de la composición nutricional, caracterización y correlación de los parámetros de calidad de la pulpa de cacau**

Recebido: 07/02/2022 | Revisado: 16/02/2022 | Aceito: 25/02/2022 | Publicado: 06/03/2022

**Raimunda Valdenice da Silva Freitas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9240-2810>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: valdenice2006@yahoo.com.br

**Flávio Luiz Honorato da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1307-3324>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: flavioluizh@yahoo.com.br

**Josilene de Assis Cavalcante**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1179-1576>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: josy\_cavalcante@yahoo.com.br

**Iasmyn Irenny de Souza Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1772-7735>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: iasmynsouzacosta@hotmail.com

**Diógenes Henrique Abrantes Sarmiento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3157-8951>

União dos Agronegócios no Vale do Jaguaribe, Brasil

E-mail: dabrantes01@yahoo.com.br

**Renata Chastinet Braga**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6630-2835>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: rchastinet@ifce.edu.br

**Felipe Sousa da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1166-8474>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: fesosi2005@gmail.com

**Mayra Cristina Freitas Barbosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7079-8271>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: mayracristinaf@gmail.com

**Esiana de Almeida Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9673-2190>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: esiana.rodrigues@ifce.edu.br

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição nutricional, caracterizar e correlacionar os parâmetros de qualidade da polpa do cacau. A amostra analisada foi a polpa dos frutos do cacau dos genótipos CCN51 e CEPEC 2005, denominada comercialmente de *blend*. Foram avaliadas a composição centesimal aproximada, valor calórico, características físicas, físico-químicas, químicas e correlação dos parâmetros analisados. A polpa apresentou baixo valor calórico (56,19 Kcal), alto teor de sólidos solúveis (20,40°Brix), ratio (32,45) e potássio (128,61mg/100g). Além de correlações muito forte ( $r \pm 0,91$  a  $\pm 1,00$ ) e forte ( $r \pm 0,71$  a  $\pm 0,90$ ) ao nível de 5% de significância entre as características ratio, sólidos solúveis, Aw, açúcares totais, amido, densidade e vitamina C. A amostra apresenta potencial de utilização para desenvolvimento de produtos alimentícios, pois contém importante composição centesimal, resultados expressivos para o teor de sólidos solúveis, ratio, açúcares totais e redutores e valor calórico relativamente baixo, podendo ser adicionada em dietas, suplementação alimentar, como também em processamentos tecnológicos.

**Palavras-chave:** *Blend*; CCN 51; CEPEC 2005; *Theobroma cacao* L.

## Abstract

The objective of this work was to evaluate the nutritional composition, to characterize and to correlate the quality parameters of the pulp of cacao. The sample analyzed was the pulp of two cocoa fruits, two genotypes CCN51 and CEPEC 2005, commercially called blend. Approximate centesimal composition, caloric value, physical, chemical and physical-chemical characteristics and correlation of the analyzed parameters were evaluated. The pulp showed low caloric value (56.19 Kcal), high content of soluble solids (20.40°Brix), ratio (32.45) and potassium (128.61mg/100g). In addition to very strong ( $r \pm 0.91$  to  $\pm 1.00$ ) and strong ( $r \pm 0.71$  to  $\pm 0.90$ ) correlations at the 5% level of significance between the ratio characteristics, soluble solids, Aw, total sugars, starch, density and vitamin C. The sample it presents potential for use for development of food products, as it contains an important centesimal composition, expressive results for the soluble solids content, ratio, total and reducing sugars and relatively low caloric value, and can be added in diets, food supplementation, as well as in technological processing.

**Keywords:** Blend; CCN 51; CEPEC 2005; *Theobroma cacao* L.

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la composición nutricional, caracterizar y correlacionar los parámetros de calidad de la pulpa de cacao. La muestra analizada fue pulpa de frutos de cacao de los genotipos CCN51 y CEPEC 2005, comercialmente llamado blend. Se evaluó la composición próxima aproximada, valor calórico, características físicas, físico químicas y químicas y correlación de los parámetros analizados. La pulpa presentó bajo valor calórico (56,19 Kcal), alto contenido de sólidos solubles (20,40°Brix), ratio (32,45) y potasio (128,61mg/100g). Además de correlaciones muy fuertes ( $r \pm 0.91$  a  $\pm 1.00$ ) y fuertes ( $r \pm 0.71$  a  $\pm 0.90$ ) al nivel de significancia del 5% entre las características relación, sólidos solubles, Aw, azúcares totales, almidón, densidad y vitamina C. La muestra tiene potencial para ser utilizada para el desarrollo de productos alimenticios, ya que contiene una composición próxima importante, resultados expresivos para el contenido de sólidos solubles, proporción, azúcares totales y reductores y valor calórico relativamente bajo, y puede ser agregado a dietas, alimentos suplementación, así como en el procesamiento tecnológico.

**Palabras clave:** Mezcla; CCN 51; CEPEC 2005; *Theobroma cacao* L.

## 1. Introdução

O cacau é uma planta pertencente à Família *Malvaceae*, gênero *Theobroma*, nativo da América do Sul e Central (Brunetto et al., 2020; Souza et al., 2018).

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é considerado cultura de grande importância para a economia, embora apresente diferentes opções de utilização, a sua principal aplicabilidade industrial está direcionada para a produção de chocolate. Desse modo, as sementes do cacau são ingredientes importantes na indústria de alimentos, uma vez que, produtos do cacau com suas características originais são bastante solicitados no mercado. A singularidade destes produtos pode estar associada ao sabor específico e composição que podem ser afetados por alguns fatores, como: variedades, origem, métodos de processamento e suas interações (Febrianto et al., 2020).

O processamento do cacau gera quantidade significativa de resíduos, principalmente durante a etapa de pós-colheita através da quebra dos frutos e na extração da polpa, antes da etapa de fermentação. Dentre os principais resíduos obtidos estão a casca, a polpa e o mel do cacau (Ruesgás-Ramón et al., 2020).

Dos resíduos citados pode-se destacar a polpa dos frutos do cacau, considerada um alimento rico em açúcares fermentáveis e elevada acidez, devido principalmente à presença de ácidos orgânicos e ainda pode ser uma importante fonte energética destinada ao processamento de novos produtos, como: geleias, sucos, doces, entre outros (Santos et al., 2014; Neto et al., 2013). Assim, considerada um dos principais subprodutos, a mucilagem do cacau (polpa) é um líquido doce e viscoso que envolve os grãos na vagem (Afolabi et al., 2015).

Diante do exposto, fazem-se necessárias informações sobre o aproveitamento de subprodutos do processamento dos frutos do cacau, compressão do valor nutricional e caracterização da matéria-prima que podem determinar a qualidade e o valor comercial, como também direcionamento ao setor industrial. Assim, torna-se de grande importância o desenvolvimento de pesquisas que busquem o conhecimento das características gerais da polpa dos frutos do cacau de modo a subsidiar a industrialização, influenciar em possíveis contribuições para melhoria do processamento e aproveitamento deste subproduto.

Contudo isso, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a composição nutricional, caracterizar e correlacionar os parâmetros de qualidade da polpa do cacau.

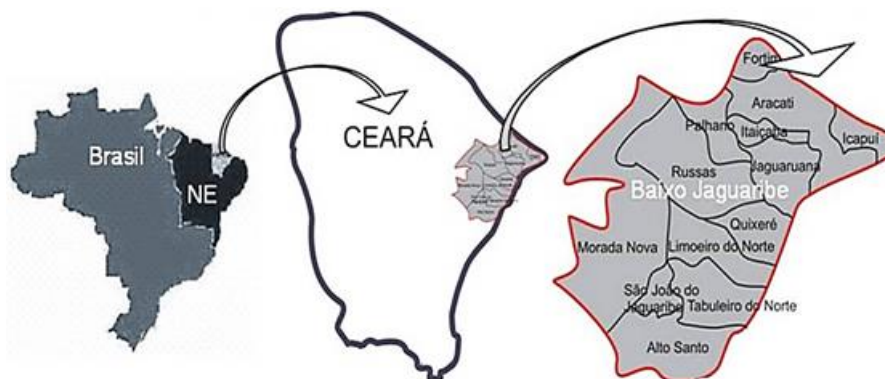
## 2. Metodologia

A metodologia experimental utilizada no presente estudo foi baseada em pesquisa descritiva, cuja pesquisa laboratorial avaliando os resultados de uma série de análises envolve métodos quantitativos (Pereira et al., 2018).

### 2.1 Obtenção das amostras

As polpas de genótipos do cacauzeiro analisadas foram provenientes do processo de despolpamento de frutos do cultivo no Baixo Jaguaribe – CE (Brasil), nas Unidades de Observação e Demonstrativas de fazenda localizada no Lote 7 do Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas no Município de Russas – CE (Brasil) com latitude 04°56'25"S, longitude 37°58'33"W e altitude de 20 m (Figura 1).

**Figura 1.** Imagem representativa do mapa do Brasil (à esquerda), estado do Ceará (ao centro) e localização esquemática do Baixo Jaguaribe com as cidades constituintes (à direita).



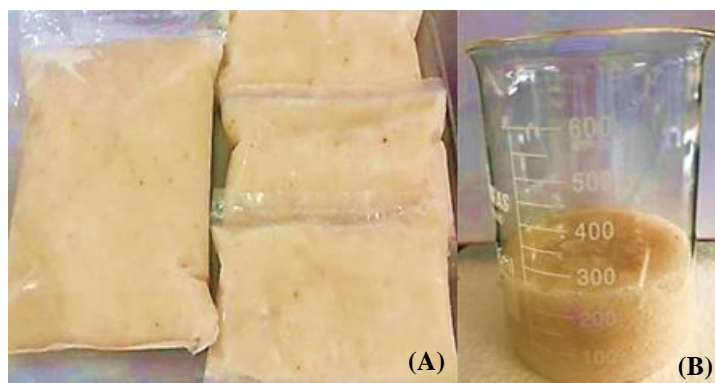
Fonte: Ferrão et al., (2014).

### 2.2 Amostras avaliadas

Foram analisadas polpas de frutos do cacauzeiro dos genótipos CCN51 e CEPEC 2005, denominadas comercialmente de *blend*, obtido pela mistura dos genótipos citados nas proporções de 70% e 30%, respectivamente (Figura 2).

As amostras foram adquiridas em pacotes de 500g e congeladas, sendo obtidos 8 pacotes comerciais, totalizando 4.000 g de amostras; as quais foram selecionadas de maneira aleatória após o processo de despolpamento dos frutos.

**Figura 2.** Amostras de polpas (*blends*) congeladas (A) e descongeladas (B) utilizadas na presente pesquisa.



Fonte: Arquivo pessoal.

### 2.3 Local de execução da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Termodinâmica da Universidade Federal da Paraíba – PB (Brasil) e no Laboratório de Química de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *Campus* Limoeiro do Norte – CE (Brasil).

As amostras foram transportadas em caixas térmicas sob condições de refrigeração, proteção da luz, envolvidas em papel alumínio e armazenadas sob conservação até o momento de realização das análises.

### 2.4 Análises laboratoriais

Foram realizadas análises para avaliação da composição centesimal aproximada, características físicas, físico-químicas e químicas das polpas (*blends*) de frutos do cacauero conforme descritas a seguir.

#### 2.4.1 Composição centesimal aproximada

Para análise da composição centesimal aproximada, realizou-se avaliação do teor de umidade por método gravimétrico através da secagem direta da amostra em estufa (Heraeus Instruments UT-12) a 105°C (AOAC, 2005). A determinação do teor de cinzas foi realizada por método gravimétrico com incineração do material em forno tipo mufla (ElektroTherm LM 312-10) a 550°C (AOAC, 2005). Para quantificação de lipídios totais utilizou-se o método Bligh e Dyer, através de pesagem da amostra com posterior acréscimo de metanol, clorofórmio e água destilada (IAL, 2008).

As amostras foram analisadas quanto ao teor de proteínas de acordo com o método Kjeldahl que consiste na determinação do nitrogênio total. O fator de conversão utilizado para a obtenção de proteínas foi de 6,38, multiplicado pelo valor de nitrogênio total (AOAC, 2005). A concentração total de carboidratos foi calculada por diferença e o cálculo do valor calórico da amostra foi realizado através da soma das porcentagens de proteína bruta e carboidratos totais, multiplicados pelo fator 4 (cal/g) somado ao teor de lipídios totais, multiplicados pelo fator 9 (cal/g) (Pereira et al., 2012).

#### 2.4.2 Características físicas

Para análise das características físicas, as amostras foram avaliadas quanto a coloração da polpa com auxílio de um colorímetro digital de bancada cujas leituras foram realizadas no sistema de cor CieLab ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), sendo  $L^*$  a luminosidade,  $a^*$  a transição da cor verde ( $-a^*$ ) para o vermelho ( $+a^*$ ) e  $b^*$  a transição da cor azul ( $-b^*$ ) para a cor amarela ( $+b^*$ ). A densidade da polpa integral foi determinada através de método picnométrico a temperatura de 25°C, o qual consiste na medida da massa em relação ao volume da amostra (Rinaldi & Costa, 2021; Silva Filho, 2012).

### 2.4.3 Características físico-químicas e químicas

O teor de acidez total titulável foi determinado através de método titulométrico com solução padronizada de NaOH 0,1N e os resultados expressos em g de ácido cítrico por 100g da amostra (IAL, 2008); potencial hidrogeniônico (pH) através de método potenciométrico com medidor de pH da marca Hanna Instruments®, previamente calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0 (IAL, 2008); teor de sólidos solúveis, avaliado por leituras em refratômetro de bancada por método refratométrico com os resultados expressos em °Brix (AOAC, 2005); ratio, através da divisão direta do teor de sólidos solúveis pela acidez total titulável da amostra; teor de vitamina C avaliado por método titulométrico, através de pesagem da amostra com posterior diluição em ácido oxálico, titulação do extrato com solução de Tillmans como indicador e resultado final expresso em mg de ácido ascórbico por 100g da amostra (IAL, 2008). Enquanto que, para determinação da Atividade de água (Aw), realizou-se leitura por medição direta no analisador de atividade de água Novasina LabMaster-aw® em que as amostras foram colocadas em cápsulas, posteriormente, acondicionadas no aparelho para realização da leitura.

A determinação do teor de sólidos totais foi realizada por método gravimétrico e para sólidos insolúveis totais a amostra foi diluída em água quente por 15 minutos, seguida de filtração a vácuo e lavagem com água quente (Gazola et al., 2016; IAL, 2008). O teor de amido foi determinado por hidrólise ácida através do método doseado com reagente DNS (3,5-Dinitro – Salicílico) com medida colorimétrica realizada em espectrofotômetro (AOAC, 2005; Miller, 1959).

Para análise do teor de açúcares redutores utilizou-se método com reagente DNS (3,5- Dinitro – Salicílico) com leitura (do extrato preparado) em espectrofotômetro a 540nm (Miller, 1959). Enquanto a quantificação de Açúcares Solúveis Totais foi realizada através de método com Antrona que consiste na hidrólise pelo ácido sulfúrico concentrado e quando aquecido com hexoses sofre uma reação de condensação formando um produto de coloração verde com posterior leitura em espectrofotômetro a 620nm (Yemn & Willis, 1954).

Para determinação do perfil mineral da polpa (*blend*) do cacau, realizou-se secagem da amostra em estufa a 105°C/24 horas com posterior tratamento com ácido nítrico, perclórico e água deionizada. O teor de elementos minerais da amostra digerida foi determinado por espectrofotometria de absorção de chama atômica (ICE 3300 Thermo Scientific) para quantificar os macronutrientes: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K) e Magnésio (Mg) e os seguintes micronutrientes: Ferro (Fe), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Boro (B), com exceção do Fósforo (P), que foi medido em espectrofotômetro (FEMTO 600 Plus) a 420nm (AOAC, 2005). Os resultados foram convertidos de base seca para base úmida e expressos em mg por 100g da amostra.

### 2.5 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram avaliados através de 5 repetições para cada análise desenvolvida, posteriormente, submetidos à análise estatística de médias e desvios padrão.

Para análise da Correlação de Pearson, utilizou-se os coeficientes de todas as características avaliadas (com exceção do teor de minerais) a fim de avaliar possíveis correlações das características na qualidade da amostra em estudo ao nível de 5% de significância. O programa Statistica®7.0 foi usado para todas as análises estatísticas.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Composição centesimal aproximada

Na Tabela 1 são apresentados os resultados referentes à composição centesimal aproximada da polpa de frutos do cacau comercializada na forma de *blend*.

**Tabela 1.** Composição centesimal aproximada da polpa de frutos do cacauero.

Características avaliadas	Menor valor	Média	Maior valor
Umidade (g/100g)	85,45	85,71 ± 0,50	86,60
Cinzas (g/100g)	0,32	0,33 ± 0,01	0,35
Lipídios (g/100g)	0,02	0,05 ± 0,02	0,07
Proteínas (g/100g)	0,45	0,49 ± 0,04	0,55
Carboidratos (g/100g) *	12,48	13,45 ± 0,55	13,83
Valor calórico (kcal) **	52,99	56,19 ± 1,79	57,08

\*Os carboidratos totais foram calculados por diferença: 100 – (% umidade + % cinzas + % proteína bruta + % lipídios totais). \*\*O valor calórico da amostra foi calculado pela soma das porcentagens de proteína bruta e carboidratos totais multiplicados pelo fator 4 (Cal/g) somado ao teor de lipídios totais multiplicados pelo fator 9 (Cal/g). Fonte: Autores.

Observou-se valor médio de 85,71g/100g para umidade da polpa do cacau, resultado esse bastante visível durante manipulação da amostra em análise. Por se tratar de um *blend* comercial, o produto é composto pelas polpas dos genótipos CCN51 e CEPEC 2005, as quais apresentam características próprias e distintas, como elevado teor de umidade e aspecto aquoso, conforme apresentado na Figura 3.

**Figura 3.** Polpa (*blend*) de frutos do cacauero com destaque ao teor de umidade da amostra.



Fonte: Arquivo pessoal.

Em pesquisa avaliando a composição de diferentes genótipos de cacau, verificou-se resultados próximos ao valor encontrado no presente estudo, porém, foram analisadas polpas dos genótipos isoladamente. Para o genótipo CCN51 e CEPEC 2005 os valores de umidade foram de 78,77g/100g e 81,53g/100g, respectivamente (Moreira et al., 2020). Frutos pertencentes ao gênero *Theobroma*, como é o caso do cacau e cupuaçu, podem apresentar teor de umidade da polpa de aproximadamente 83g/100g (Pugliese et al., 2013).

Para análise de cinzas verificou-se que a amostra apresentou valor médio de 0,33g/100g. Sousa et al. (2020) ressaltam que este parâmetro pode ser influenciado por alguns fatores edafoclimáticos, tais como o índice pluviométrico e condições do solo podendo ocorrer grandes variações. Portanto, os elementos minerais podem se apresentar na cinza sob a forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos, conforme as condições de incineração e composição do alimento. Assim, a cinza obtida não é necessariamente a mesma composição da matéria mineral presente no alimento, pois pode ocorrer volatilização ou alguma interação entre os constituintes da amostra (IAL, 2008).

Para o teor de lipídios, o *blend* apresentou valor médio de 0,05g/100g e para o parâmetro teor de proteínas o valor médio obtido (0,49g/100g), o qual encontra-se próximo aos valores obtidos em um mix de açaí e cacau que foi de 0,44g/100g a



0,54g/100g de proteínas (Neto et al., 2013). Estudo caracterizando a polpa de cupuí (*Theobroma subincanum* mart.) apresentou valor de 1,04g/100g para proteína total da polpa (Lira et al., 2020).

Para o teor de carboidratos totais, verificou-se valor médio de 13,45g/100g. Os carboidratos são considerados componentes vastos e com diversas distribuições entre os alimentos.

O valor calórico total médio encontrado para a amostra em análise foi de 56,19 Kcal, considerado inferior ao valor encontrado para polpa de cupuí (*Theobroma subincanum* mart.) que foi de 80,24 Kcal (Lira et al., 2020). Desse modo, a polpa de frutos do cacauete comercializada na forma de *blend* apresentou valor calórico relativamente baixo favorecendo a inserção desta matéria-prima no desenvolvimento de produtos alimentícios, podendo ser incluída em cardápios diários sem impactos negativos em dietas para controle de peso corporal.

### 3.2 Características físicas

Na Tabela 2 são apresentados os resultados referentes à avaliação das coordenadas de cor, conforme os valores L\*, a\* e b\*; e densidade da polpa dos frutos do cacauete.

**Tabela 2.** Parâmetro L\*, coordenadas cromáticas a\*, b\* e densidade da polpa de frutos do cacauete.

Características	Menor valor	Média	Maior valor
Luminosidade (L*) <sup>(1)</sup>	58,23	62,80 ± 2,99	66,30
Vermelho (a*) <sup>(2)</sup>	4,82	5,71 ± 0,54	6,23
Amarelo (b*) <sup>(3)</sup>	13,85	14,52 ± 0,62	15,53
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	1029,90	1033,29 ± 2,27	1036,28

<sup>(1)</sup> L\*: luminosidade; <sup>(2)</sup> a\*: transição da cor verde (-a\*) para vermelha (+a\*); <sup>(3)</sup> b\*: transição de azul (-b\*) para amarelo (+b\*). Fonte: Autores.

Observou-se maiores valores para o parâmetro L\* (62,80) e b\* (14,52) indicativo de coloração amarela clara. Em análise de cor da polpa de cupuí (*Theobroma subincanum* mart.), os autores identificaram valores de 54,98 para Luminosidade (L\*), 0,7 para intensidade de vermelho (+a\*) e 38,97 para intensidade de amarelo (+b\*) (Lira et al., 2020). Resultados esses divergentes aos valores obtidos para a polpa dos frutos do cacauete, embora o parâmetro Luminosidade de ambas as pesquisas tenha apresentado características mais próximas.

A polpa analisada (*blend*) apresentou valor médio de densidade de 1033,29kg/m<sup>3</sup>. Ressalta-se que alguns fatores como o teor de umidade, sólidos solúveis, fibras e demais componentes presentes na amostra podem influenciar em possíveis alterações nas características físicas da polpa.

### 3.3 Características físico-químicas e químicas

Na Tabela 3 são apresentados os resultados referentes à caracterização físico-química e química da polpa de frutos do cacauete comercializada na forma de *blend*.

**Tabela 3.** Características físico-químicas e químicas da polpa de frutos do cacauzeiro.

Características	Menor valor	Média	Maior valor
Acidez Total Titulável (g/100g)	0,62	0,63 ± 0,01	0,64
pH	3,92	3,93 ± 0,01	3,94
Sólidos Solúveis (°Brix)	19,60	20,40 ± 0,75	21,60
Ratio (SS/AT)	30,62	32,45 ± 1,26	34,12
Vitamina C (mg/100g)	16,61	16,67 ± 0,09	16,82
Atividade de Água	0,96	0,97 ± 0,00	0,97
Sólidos Totais (g/100g)	14,50	14,53 ± 0,02	14,56
Sólidos Ins. em água (g/100g)	0,81	0,99 ± 0,14	1,17
Amido (g/100g)	1,40	1,82 ± 0,46	2,60
Açúcares Redutores (g/100g)	9,14	11,61 ± 1,60	12,97
Açúcares Totais (g/100g)	14,13	16,80 ± 2,62	21,07

Fonte: Autores.

Verificou-se que para a característica acidez total titulável a amostra apresentou resultado médio de 0,63g/100g de ácido cítrico. O Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de cacau estabelece um valor mínimo de acidez total de 0,7g/100g (Brasil, 2018). A amostra analisada apresentou resultado inferior ao padrão mínimo estabelecido, possivelmente devido ao grau de maturação dos frutos durante a colheita.

O pH da polpa dos frutos do cacauzeiro foi de 3,93 estando em conformidade com o Regulamento Técnico que estabelece um valor mínimo de pH de 3,40 (Brasil, 2018). Bojacá et al. (2019) avaliando características físicas e químicas de clones de cacau, observaram que o clone CCN51 apresentou resultado de pH variando de 4,46 a 3,28 para os estádios imaturo e maturo, respectivamente. Os autores ressaltam que características como pH e acidez titulável podem ser afetadas por alguns fatores, tais como o tipo de clone avaliado e estágio de maturação.

Para o teor de sólidos solúveis, observou-se valor médio de 20,40°Brix, resultado esse em conformidade com o Regulamento Técnico que estabelece valor mínimo de 14,00°Brix (Brasil, 2018).

O teor de sólidos solúveis é considerado uma medida indireta de açúcares em frutos podendo indicar o seu grau de maturidade e quantidade de sólidos ou compostos solúveis em água (açúcares, ácidos, vitaminas, fenólicos e pectinas) que podem estar dissolvidos no suco ou na polpa. Assim, a medição do teor de sólidos solúveis não representa o teor exato de açúcares presentes na amostra, devido principalmente, influência de outras substâncias dissolvidas, embora os açúcares sejam os compostos mais representativos podendo constituir até 90% dos sólidos solúveis (Chitarra & Chitarra, 2005).

Características como teor de sólidos solúveis e cor são parâmetros importantes e comumente usados como indicadores de maturação dos frutos. No entanto, os frutos do cacauzeiro apresentam uma ampla variação quanto ao teor de açúcares em diferentes estádios de maturação dificultando o uso desta característica como indicativo de maturação. Além disso, fatores como condições ambientais, composição do solo, disponibilidade de água e práticas culturais poderão influenciar para que a conversão do amido ocorra de forma rápida ou lenta (Bojacá et al., 2019).

Em pesquisa realizada sobre análise de equivalência substancial em frutos de três espécies *Theobroma*, sendo elas: *T. grandiflorum*, *T. bicolor* e *T. cacao*, através da composição química e do perfil proteico foi possível observar que o teor de sólidos solúveis totais não apresentou grandes diferenças entre as espécies, embora *T. cacao* tenha apresentado valor ligeiramente superior (13,9 °Brix) e *T. bicolor* e *T. grandiflorum* apresentaram valores de 12,2 e 12,4 °Brix, respectivamente (Pérez-Mora et al., 2018).



Para a característica ratio, observou-se que a amostra analisada apresentou valor médio de 32,45, sendo o ratio considerado importante indicativo do sabor dos frutos, definido através da relação entre os açúcares solúveis, ou seja, a doçura e a quantidade de ácidos livres presentes nas frutas.

Os açúcares solúveis presentes nas frutas associados aos ácidos orgânicos são responsáveis pela doçura e pelo *flavor*, e quando combinados adequadamente compõem os polissacarídeos estruturais também podem influenciar na textura. Através da avaliação do ratio é possível verificar o equilíbrio de açúcares existentes, uma vez que, altos valores podem indicar adequado grau de maturação (Chitarra & Chitarra, 2005) e vantagens no processamento tecnológico.

O teor médio de vitamina C para o *blend* de cacau analisado foi de 16,67mg de ácido ascórbico/100g de polpa. Para este parâmetro a legislação brasileira vigente não estabelece valores fixos (Brasil, 2018).

Durante o processamento das polpas, redução considerável no teor de ácido ascórbico pode ocorrer, pois reações oxidativas no processo de separação da polpa e semente, como também as aplicações de tratamentos térmicos, como exemplo a pasteurização, podem influenciar na diminuição do teor de vitamina C na polpa fresca. Em pesquisa realizada para avaliação de compostos na polpa e semente de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) foram obtidos maiores teores de ácido ascórbico (102mg/100g) em polpas frescas de cupuaçu quando comparadas as polpas comercializadas congeladas (11mg/100g) (Pugliese et al., 2013).

Na avaliação da Atividade de água (*Aw*) do *blend* verificou-se valor médio de 0,97. Valores de *Aw* podem variar de 0 a 1 e, assim como a polpa de frutos do cacau, na maioria dos alimentos frescos a atividade de água é superior a 0,95 (Aquino et al., 2019). Moreira et al. (2020) avaliando a *Aw* em polpas de diferentes genótipos de cacau obtiveram valores variando de 0,94 a 0,98.

Para os sólidos totais do *blend* de cacau, verificou-se valor de 14,53g/100g em conformidade ao Regulamento Técnico que estabelece um valor mínimo de 14,50g/100g de polpa (Brasil, 2018).

O valor médio de sólidos insolúveis em água encontrado na polpa (*blend*) dos frutos do cacau foi de 0,99g/100g. Resultado esse associado à quantidade de sólidos em suspensão que permaneceu no papel filtro durante a etapa final da análise, já que, as polpas são consideradas partículas sólidas insolúveis em solução aquosa contendo sólidos solúveis, dentre eles podendo-se destacar os açúcares e os ácidos orgânicos.

Em relação ao teor de amido, observou-se valor médio de 1,82g/100g. Ressalta-se que o teor de amido pode apresentar variações durante o processo de amadurecimento dos frutos.

Quanto ao teor de açúcares foram observados resultados médios de 11,61g/100g e 16,80g/100g para açúcares redutores e açúcares totais, respectivamente. Para o teor de açúcares totais, o Regulamento Técnico dos Padrões de Identidade e Qualidade da polpa de cacau estabelece um valor mínimo de 10g/100g (Brasil, 2018). Assim, a amostra analisada apresentou atendimento ao valor mínimo estabelecido pela legislação brasileira vigente, no entanto, para a característica açúcares redutores a legislação não apresenta um valor fixo. Ressalta-se que o teor de açúcares totais pode ser considerado uma importante vantagem tecnológica quando a matéria-prima é destinada ao processamento ou consumo *in natura*.

Para a avaliação do perfil mineral do *blend*, verificou-se a presença de macronutrientes e micronutrientes de importância na composição da alimentação humana (Tabela 4).

**Tabela 4.** Perfil mineral da polpa (*blend*) de frutos do cacauero.

Perfil Mineral (mg/100g)											
Macronutrientes (mg/100g)						Micronutrientes (mg/100g)					
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Na
1,14	7,57	128,61	L.Q.*	12,86	7,43	0,07	0,08	0,10	0,12	0,47	L.Q.*

\* L.Q.: Limite de quantificação do método. Fonte: Autores.

Dentre os macronutrientes determinados, o maior valor obtido foi para potássio (128,61mg/100g) e ordem crescente nos valores de macronutrientes da seguinte forma: Ca<N<S<P<Mg<K.

Em relação aos micronutrientes determinados, verificou-se que a polpa analisada apresentou baixas concentrações, principalmente para ferro (0,07mg/100g) e zinco (0,08mg/100g) com a seguinte ordem crescente de micronutrientes determinados: Na<Fe<Zn<Cu<Mn<B.

Em pesquisa desenvolvida para avaliação de possíveis alterações na composição mineral da polpa do cacau durante a fermentação das sementes, os autores observaram que os minerais mais abundantes na polpa fresca foi cálcio, potássio e sódio com valores de 316,92mg/100g, 255,12mg/100g e 103,26mg/100g, respectivamente. Além disso, o zinco foi o mineral com menor concentração (1,04mg/100g) enquanto que o ferro e magnésio apresentaram valores apreciáveis de 4,26mg/100g e 32,52mg/100g, respectivamente (Afoakwa et al., 2013).

Os elementos inorgânicos podem ser diferenciados devido diversos fatores, dentre eles o clima, solo, cultivo, variedades, armazenamento, entre outros. O conhecimento do teor de minerais nos alimentos é considerado de grande importância, pois há uma constante necessidade de reposição mineral em uma alimentação saudável.

### 3.4 Correlação de Pearson

A partir dos dados obtidos das características avaliadas na qualidade da polpa (*blend*) de frutos do cacauero foi possível obter os coeficientes de correlação de Pearson conforme apresentados na Tabela 5 com exceção do perfil mineral.

Assim, para efeito e interpretação dos resultados para coeficientes de correlação, pode-se considerar correlação muito forte ( $r \pm 0,91$  a  $\pm 1,00$ ), forte ( $r \pm 0,71$  a  $\pm 0,90$ ), média ( $r \pm 0,51$  a  $\pm 0,70$ ) e fraca ( $r \pm 0,31$  a  $\pm 0,50$ ) (Guerra & Oliveira, 1999).

Para as correlações de Pearson entre as características da polpa, observou-se correlação significativa e não significativa ao nível de 5% com obtenção de interação significativa para os pares ratio x teor de sólidos solúveis (SS) ( $r=0,9077$ ;  $p=0,033$ ), Atividade de água (Aw) x densidade (D) ( $r=-0,9943$ ;  $p=0,001$ ), açúcares totais (Aç. T.) x teor de sólidos solúveis (SS) ( $r=0,9088$ ;  $p=0,033$ ), açúcares totais (Aç. T.) x ratio ( $r=0,9181$ ;  $p=0,028$ ), teor de amido (A) x densidade (D) ( $r=0,8998$ ;  $p=0,037$ ), teor de amido (A) x Atividade de água (Aw) ( $r=-0,9310$ ;  $p=0,022$ ) e teor de amido (A) x vitamina C (Vit. C) ( $r=0,9257$ ;  $p=0,024$ ). Resultados esses indicativos de que as variáveis avaliadas apresentaram correlação muito forte ( $r \pm 0,91$  a  $\pm 1,00$ ) e forte ( $r \pm 0,71$  a  $\pm 0,90$ ) tanto negativas, quanto positivas. Enquanto que, as demais correlações foram consideradas não significativas ao nível de 5%.

Diante do exposto, verificou-se correlação significativa e negativa de intensidade muito forte entre as coordenadas Aw e densidade da polpa ( $r=-0,9943$ ), indicativo de que quanto maior o valor de atividade de água do produto, menor será a densidade do mesmo; e correlação entre o teor de amido e Aw ( $r=-0,9310$ ), expressando que, para um maior teor de amido, menor será proporcionalmente a atividade de água.

Para a correlação entre os pares de características ratio e teor de sólidos solúveis ( $r=0,9077$ ); açúcares totais e teor de sólidos solúveis ( $r=0,9088$ ), observou-se correlação significativa positiva forte, indicativo que, quanto maior o valor de ratio analisado na amostra maior será o teor de sólidos solúveis já que, o valor de ratio é obtido através da relação entre os teores de

sólidos solúveis e acidez titulável. Assim, à medida que a fruta amadurece, o valor do ratio tende a aumentar devido ao equilíbrio de ácidos orgânicos e açúcares (Castro et al., 2015).

Em concordância ao citado anteriormente, observou-se correlação significativa positiva de interação muito forte para açúcares totais e ratio ( $r=0,9181$ ), uma vez que, quanto maior a concentração de açúcares totais na amostra, maior será o valor do ratio com influência no aspecto sensorial do produto por ser um importante indicativo de *flavor*, favorável a disponibilidade da amostra a possíveis processamentos.

Para as características teor de amido e densidade da polpa ( $r=0,8998$ ) ocorreu correlação significativa positiva de intensidade forte, assim, maior o teor de amido na amostra, maior será a densidade.

Verificou-se correlação significativa positiva muito forte para o teor de amido e vitamínica C ( $r = 0,9257$ ) ocorrendo possível aumento no teor de vitamina C à medida que a amostra apresenta alto teor de amido. Vale-se destacar que, a redução no teor de amido durante a maturação dos frutos é uma importante modificação metabólica que proporciona aumento no teor de açúcares solúveis por meio do processo de hidrólise do amido, além de ocorrer também o acúmulo de ácidos orgânicos.

**Tabela 5.** Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as características: cor da polpa através dos parâmetros luminosidade, coordenada verde/vermelho e coordenada azul/vermelho (L\*; a\* e b\*); densidade (D); acidez total titulável (AT); sólidos solúveis (SS); potencial hidrogênionico (pH); relação SS/AT (RATIO); sólidos totais (ST); sólidos insolúveis (SI); atividade de água (Aw); Vitamina C (Vit. C); açúcares totais (Aç. T.); açúcares redutores (Aç. R.) e amido (A.).

	L*	a*	b*	D.	AT	SS	pH	R	ST	SI	Aw	Vit. C	Aç. T.	Aç. R.	A.
L*	1														
a*	-0,5950	1													
b*	0,4176	0,0688	1												
D.	0,5567	-0,1572	-0,0759	1											
AT	-0,2929	-0,2295	-0,4730	-0,6903	1										
SS	0,2079	-0,7505	0,2273	-0,1761	0,0552	1									
pH	0,5672	0,1847	0,1886	0,4165	-0,1527	-0,6681	1								
R	0,3201	-0,6044	0,4107	0,1279	-0,3687	<b>0,9077</b>	-0,5553	1							
ST	-0,6230	0,8044	-0,3637	0,2214	-0,3440	-0,6716	0,0000	-0,4828	1						
SI	-0,7742	-0,0271	0,4358	-0,6845	0,0891	0,6472	-0,7459	0,5628	-0,2651	1					
Aw	-0,4709	0,1241	0,1532	<b>-0,9943</b>	0,6807	0,1889	-0,3535	-0,1117	-0,2961	0,6796	1				
Vit.C	-0,1806	0,3865	-0,4375	0,7102	-0,5536	-0,4914	0,1149	-0,2254	0,8208	-0,5608	-0,7720	1			
Aç. T.	0,2821	-0,7751	0,0356	0,2054	-0,1707	<b>0,9088</b>	-0,6103	<b>0,9181</b>	-0,4670	0,3695	-0,2103	-0,1102	1		
Aç. R.	-0,8276	0,4849	-0,7641	-0,0642	0,1506	-0,3896	-0,3691	-0,4284	0,8063	-0,1258	-0,0376	0,6214	-0,2328	1	
A.	0,1603	0,1908	-0,1730	<b>0,8998</b>	-0,7684	-0,3249	0,2240	0,0207	0,6007	-0,5626	<b>-0,9310</b>	<b>0,9257</b>	0,0733	0,2911	1

Nota: Os valores que apresentam correlações significativas para  $\alpha = 5\%$  estão destacados na Tabela. Fonte: Autores.

#### 4. Considerações Finais

A polpa (*blend*) analisada apresenta potencial de utilização para o desenvolvimento de produtos alimentícios devido sua importante composição centesimal, resultados expressivos para o teor de sólidos solúveis, ratio, açúcares totais e redutores e valor calórico relativamente baixo, podendo ser adicionada em dietas e suplementos alimentares.

Para a correlação de Pearson, os resultados mostraram a existência de correlações significativas variando de muito forte ( $r \pm 0,91$  a  $\pm 1,00$ ) a forte ( $r \pm 0,71$  a  $\pm 0,90$ ). Isso permite o uso de avaliações simples, como a correlação de Pearson para estimar possíveis correlações entre os parâmetros de qualidade da polpa de cacau comercializada na forma de *blend*.

A polpa do cacau é uma importante matéria-prima a ser direcionada aos processos tecnológicos para o desenvolvimento de produtos alimentícios e aproveitamento deste subproduto resultante do beneficiamento do cacau. Desse modo, podendo proporcionar um maior valor agregado aos derivados dos frutos do cacau, dentre eles a polpa que é uma fonte alternativa para a agricultura.

Contudo isso, torna-se de grande importância o desenvolvimento de pesquisas futuras direcionadas a utilização da polpa do cacau em processamentos tecnológicos e, posterior avaliação da aceitação dos produtos elaborados sob o ponto de vista dos consumidores, a fim de proporcionar um maior aproveitamento e aplicação dessa matéria-prima na produção de alimentos.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES/FAPESQ (FAPESQ) – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Paraíba (Brasil) pela concessão de bolsa de apoio à pesquisa; Universidade Federal da Paraíba (Brasil) e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *Campus* Limoeiro do Norte (Brasil) por todo suporte técnico dos laboratórios para o desenvolvimento da pesquisa.

#### Referências

- Afoakwa, E. O., Kongor, J. E., Takrama, J. F., & Budu, A. S. (2013). Changes in acidification, sugars and mineral composition of cocoa pulp during fermentation of pulp pre-conditioned cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *International Food Research Journal*, 20 (03), 1215-1222.
- Afolabi, M. O., Ibitoye, W. O., & Agbaje, A. F. (2015). Evaluation of Nutritional and Sensory Properties of Cocoa Pulp Beverage Supplemented with Pineapple Juice. *Journal of Food Research*, 04 (06), 58-61.
- Aquino, C. M., Moreira, L. F., Mendes, A. H. L., Santos, M. L., & Monte, A. L. S. (2019). Avaliação físico-química e microbiológica de açaí (*Euterpe oleracea*) congelado pronto para o consumo comercializado em Limoeiro do Norte – Ceará. *Biota Amazônia*, 09 (03), 35-40.
- Association of Official Analytical Chemists (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. (18a ed.), AOAC International, 2005.
- Bojacá, A. F. C., Muñoz, M. C. G., Salamanca, A. M. C., Rojas, G. H. C., & Tarazona-Díaz, M. P. (2019). Study of the physical and chemical changes during the maturation of three cocoa clones, EET8, CCN51 and ICS60. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (13), 5910-5917.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018). *Padrões de Identidade e Qualidade de Suco e Polpa de Fruta. Instrução Normativa nº49 de 26 de setembro de 2018*. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-49-de-26-de-setembro-de-2018.pdf/view>.
- Brunetto, M. D. R., Gallignani, M., Orozo, W., Clavijo, S., Delgado, Y., Ayala, C., & Zambrano, A. (2020). The effect of fermentation and roasting on free amino acids profile in Criollo cocoa (*Theobroma cacao* L.) grown in Venezuela. *Brazilian Journal Food Technology*, 23 (e2019150), 1-12.
- Castro, T. M. N., Zamboni, P. V., Dovadoni, S., Cunha Neto, A., & Rodrigues, L. J. (2015). Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 74 (4), 426-436.
- Chitarra, M. I. F. & Chitarra, A. B. (2005). *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. (2a ed.), UFLA, 785 p.
- Febrianto, N. A. & Zhu, F. (2020). Changes in the Composition of Methylxanthines, Polyphenols and Volatiles and Sensory Profiles of Cocoa Beans from the Sul 1 Genotype Affected by Fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68 (32), 8658-8675.
- Ferrão, A. M. A., Braga, L. M. M., & Pozzer, C. E. (2014). *Os Perímetros Irrigados do Baixo Jaguaribe no estado do Ceará [Brasil]: uma experiência referencial de projeto territorial sustentável*. <https://journals.openedition.org/confins/9725>.

- Gazola, M. B., Pegorini, D., Lima, V. A., Roncatti, R., Teixeira, S. D., & Pereira, E. A. (2016). Elaboração e caracterização de bebidas à base de extrato hidrossolúvel de soja com polpa de pitanga, amora e mirtilo. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 34 (02), 1-14.
- Guerra, N. B. & Olivera, A. V. (1999). Correlação entre o perfil sensorial e determinações físicas e químicas do abacaxi cv. 'Pérola'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 21 (01), 32-35.
- Instituto Adolfo Lutz (2008). *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos*. 4ª ed. (1ª Edição digital), 1020p.
- Lira, N. R., Santos, E. F., Santos, D. N., Bezerra, P. G. F., & Lima, D. E. S. (2020). Caracterização físico-química e centesimal do cupuí (*Theobroma subincanum* mart.). *Brazilian Journal of Development*, 06 (03), 15798 – 15813.
- Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31 (03), 426-428.
- Moreira, L. F., Souza, P. A., Costa, F. B., Vieira, J. N., Ribeiro, W. S., Braga, R. C., Sales, G. N. B., & Vieira, N. R. S. (2020). Physical and chemical characterization of *Theobroma cacao* pulp produced in the mesorregião do Jaguaribe, Ceará, Brazil. *Research, Society and Development*, 09 (07), 1-18.
- Neto, B. A. M., Carvalho, E. A., Pontes, K. V., Barretto, W. S., & Sacramento, C. K. (2013). Chemical, physico-chemical and sensory characterization of mixed açai (*Euterpe oleracea*) and cocoa's honey (*Theobroma cacao* L.) jellies. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (02), 587-593.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).
- Pereira, M. C., Steffens, R. S., Jablonski, A., Hertz, P. F., Rios, A. O., Vizzoto, M., & Flôres, S. H. (2012). Characterization and Antioxidant Potential os Brazilian Fruits from the Myrtaceae Family. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (12), 3061-3067.
- Pérez-Mora, W., Jorriñ-Novó, J. V., & Melgarejo, L. M. (2018). Substantial equivalence analysis in fruits from three *Theobroma* species through chemical composition and protein profiling. *Food Chemistry*, 240 (01), 496-504.
- Pugliese, A. G., Tomas-Barberan, F. A., Truchado, P., & Genovese, M. I. (2013). Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) Pulp and Seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (11), 2720-2728.
- Rinaldi, M. M., & Costa, A. M (2021). Vida útil de polpa de frutos de *Passiflora cincinnata* CV. BRS Sertão forte congelada. *Agrotropica*, 33 (2), 131-142.
- Ruesgas-Ramón, M., Suárez-Quiroz, M. L., González-Ríos, O., Baréa, B., Cazals, G., Figueroa-Espinoza, M. C., & Durand, E. (2020). Biomolecules extraction from coffee and cocoa by-and co-products using deep eutectic solvents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (1), 81-91.
- Santos, C. O., Bispo, E. S., Santana, L. R. R., & Carvalho, R. D. S. (2014). Use of “cocoa honey” (*Theobroma cacao* L.) for diet jelly preparation: an alternative technology. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36 (03), 640-648.
- Silva Filho, E. D. (2012). *Obtenção e avaliação da qualidade da polpa da manga cv. Haden em pó, pelo método secagem em camada de espuma*. 249p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- Souza, P. A., Moreira, L. F., Sarmiento, D. H. A., da Costa, F. B. Cacau - *Theobroma cacao*. In: Rodrigues, S, Silva, EO, BRITO, ES. (Org). Frutas exóticas. (2018). Fortaleza – CE: Elsevier, p. 69-76.
- Sousa, Y. A., Borges, M. A., Viana, A. F. S., Dias, A. L., Sousa, J. J. V., Silva, B. A., Silva, S. K. R., & Aguiar, F. S. (2020). Avaliação físico-química e microbiológica de polpas de frutas congeladas comercializadas em Santarém – PA. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23 (e2018085), 1-10.
- Yemn, E. W. & Willis, A. J. (1954). The estimation of carbohydrate in plat extracts by anthrone. *Biochemical Journal*, 57 (03), 508-515.