



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIOBIODIVERSIDADE E
TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS**

SAMIRA LOPES DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO CONSUMO DE DIETAS COM DIFERENTES
PERCENTUAIS DE FIBRA ALIMENTAR DO BAGAÇO DO CAJU EM RATAS**

**REDENÇÃO-CE
2025**

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO CONSUMO DE DIETAS COM DIFERENTES PERCENTUAIS DE FIBRA ALIMENTAR DO BAGAÇO DO CAJU EM RATAS

Dissertação de mestrado apresentada à coordenação do Programa De Pós-Graduação Em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do título de Mestre em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis.

.

Orientadora: Prof.^a. Dr^a. Juliana Jales de Hollanda Celestino

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Freire de Sousa

REDENÇÃO-CE
2025

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Almeida, Samira Lopes de.

A447a

Avaliação dos efeitos do consumo de dietas com diferentes percentuais de fibra alimentar do bagaço do caju em ratas / Samira Lopes de Almeida. - Redenção, 2025.

119f: il.

Dissertação - Curso de Sociobiodiversidade E Tecnologias Sustentáveis, Programa De Pós-graduação Sociobiodiversidade E Tecnologias Sustentáveis, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2025.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Jales de Hollanda Celestino.

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Freire de Sousa.

1. Fibra alimentar. 2. Suplementação dietética. 3. Aproveitamento. 4. Anacardium occidentale. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 603.2

SAMIRA LOPES DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO CONSUMO DE DIETAS COM DIFERENTES
PERCENTUAIS DE FIBRA ALIMENTAR DO BAGAÇO DO CAJU EM RATAS**

Dissertação de mestrado apresentada à coordenação do Programa De Pós-Graduação Em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do título de Mestre em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis.

Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Juliana Jales de Hollanda Celestino (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira- Unilab

Prof. Dr. Daniel Freire de Sousa (Coorientador)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira- Unilab

Prof. Dr. Jeferson Falcão do Amaral

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira- Unilab

Profa. Dra. Virna Braga Marques

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira-Unilab

Profa. Dra. Mônica de Oliveira Belém

Centro Universitário Christus-Unichristus

A Deus, pelo dom da vida, pela saúde e por me conceder forças e coragem para lutar pelos meus sonhos.

Àqueles que são as pessoas mais importantes da minha vida, que sempre apoiaram e não mediram esforços para realização dos meus sonhos: meus avós Luiza e João (*in memoriam*), à minha mãe e meu irmão.

Com carinho, dedico

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, a professora Dra. Juliana Jales de Hollanda Celestino por ter aceitado a orientação deste trabalho e por ter sido sempre atenciosa e cuidadosa com este projeto. Gratidão pela parceria e confiança depositada e por sempre poder contar com a senhora.

Ao meu coorientador prof. Dr. Daniel Freire de Sousa, por ter aceitado a coorientação desse trabalho, e pelo seu exemplo de profissional e pessoa, com sua disponibilidade e paciência. Por possibilitar diversas etapas deste trabalho e por ter acreditado na minha capacidade.

À empresa Alê Polpas localizada na cidade de Baturité-CE, pela disponibilização do bagaço de caju.

Às professoras Ana Carolina e Virna Braga do laboratório de Fitotecnia da Unilab, pelo acolhimento e por toda disponibilidade em auxiliar no período que estive no laboratório para o processamento do bagaço do caju;

Aos técnicos de laboratório do Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR) Fernanda, Julie e João, pela disponibilidade em colaborar sempre que precisei;

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Federal do Ceará (UFC) e aos técnicos Danilo, Keila e Rosineide, pela receptividade e pela disponibilidade na realização das análises de composição centesimal;

Ao professor Rafael Zambelli do Laboratório de Biomateriais Alimentícios (LBMA) da UFC, pela disponibilidade de realização da análise de Fibra total;

Ao professor Said e ao técnico de laboratório Jeferson do laboratório de Farmacotécnica da UFC, onde foi realizada a produção das rações. Gratidão por toda disponibilidade e receptividade;

À professora Mônica Belém, minha gratidão por toda sua contribuição nesta pesquisa, desde a definição do tema por toda sua disponibilidade na solicitação ao comitê de ética, pelos conhecimentos repassados na realização das etapas experimentais com os animais e com a análise dos dados.

Aos alunos de Iniciação Científica, Alesandro Silva e Kéthelly Uchôa pela parceria em colaborar com a realização de diversas etapas deste trabalho.

À Ana Beatriz Lima do Laboratório de Neurofisiologia e Comportamento Ingestivo (LANCI), pelos ensinamentos sobre o manuseio com os animais e por toda disponibilidade.

Ao professor Armenio Aguiar do Laboratório Escola Professor Luis Capelo (LELC) do Centro de Biomedicina da UFC, por todo acolhimento em seu laboratório e pela colaboração com a realização dos procedimentos com os animais. E aos demais membros do LELC, Haroldo, Suliana e Marcia por toda disponibilidade.

Aos professores membros da banca de qualificação Aluísio Marques, Jamile Ferreira e Said Fonseca, pelas considerações que contribuíram para melhorar o desenvolvimento deste trabalho;

Aos membros da banca professores Jeferson Falcão Amaral, Mônica de Oliveira Belém e Virna Braga Marques pelo aceite de convite e pelas colocações para melhoria deste trabalho;

À secretária do MASTS, Michele Fonseca por todo suporte dado durante o curso;

Aos meus colegas de turma, Cecília, Ana Flávia, Ana Maria, Mirian, Paulo, Cleilson, Patrício, gratidão pelos momentos compartilhados.

Aos professores do MASTS que contribuíram com minha formação e pela disponibilidade que sempre tiveram quando precisei.

Ao meu grande amigo/irmão Amarildo Pereira, por todo companheirismo desde a graduação. Obrigada por nunca soltar minha mão nos momentos difíceis, me encorajando e por ser esse amigo que todo mundo deveria ter um.

À minha grande amiga Edilene, com quem convivi durante o período de processamento do bagaço do caju, gratidão por ter tornado meus dias mais leves e por sua amizade que levei para a vida.

À minha mãe por nunca medir esforços e por ser minha âncora e fonte de inspiração de mulher que luta e corre atrás de seus objetivos.

À minha família, em especial meus primos João Victor, Susana, Sâmia e tias por me acolherem sempre que precisei estar em Fortaleza.

A Deus, pelo dom da vida, pela saúde e por toda a força, sabedoria e discernimento, por me ter dado resiliência para não desistir diante das adversidades.

À Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab) pela estrutura física, especialmente ao Laboratório de Fitotecnia do Instituto de

Desenvolvimento Rural, coordenado pela professora Dra. Virna Braga Marques e a todos os funcionários que gentilmente me auxiliaram sempre que precisei.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela estrutura física dos laboratórios dos departamentos de Zootecnia, Engenharia de Alimentos, Farmácia e Biomedicina e todos os funcionários que contribuíram com esta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio e suporte financeiro;

A todos que direta e indiretamente contribuíram com a realização desta etapa da minha vida. Obrigada.

*Mas aqueles que esperam no Senhor
renovam as suas forças.
Voam alto como águias;
correm e não ficam exaustos,
andam e não se cansam.*

Isaías 40:31

RESUMO

Subprodutos como o caju são ricos em fibra alimentar e estudos têm revelado efeitos positivos do consumo desse tipo de fibra como suplemento alimentar, como em parâmetros relacionados à obesidade. No entanto, ainda não há estudos avaliando os efeitos de diferentes percentuais de fibra do caju em modelos de suplementação alimentar e no esvaziamento gástrico. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito em ratas, de diferentes percentuais da fibra do caju suplementada a ração normal em ratas, através do consumo alimentar, parâmetros bioquímicos, hematológicos, na composição corporal e no esvaziamento gástrico. Para isto, o bagaço do caju foi submetido a etapas de processamento para obtenção do material em aspecto farináceo, realizada a avaliação da composição centesimal e preparação das dietas suplementadas com farinha do bagaço do caju. Foram utilizadas 24 ratas Wistar com 60 dias de vida (180 g), quatro grupos (n=6). Os animais receberam água e ração *ad libitum*. O grupo controle (GC) dieta padrão e os demais grupos D1, D2 e D3 receberam ração padrão suplementada com fibra do caju totalizando 7,5%, 10% e 12,5%, respectivamente, por cinco semanas. As análises murinométricas foram realizadas antes e ao final do experimento. O consumo de água e ração e a pesagem dos animais foi realizada diariamente. Os animais foram submetidos ao período de jejum de 8h ao final das cinco semanas para avaliação da retenção fracional do corante, anestesiados com xilazina (10 mg/kg) e cetamina (80 mg/kg) para coleta de amostras de sangue por via periorbital para análises bioquímicas e hematológicas. Em seguida, foram laparatomizados para ressecção do estômago e intestino delgado, e quantificação da retenção fracional do corante por técnica colorimétrica de vermelho fenol (solução glicosada 5%, vermelho de fenol 0,75 mg.mL). A análise da composição centesimal indicou teor de 41% de fibra total, seguido de outros constituintes. Os dados do consumo de água revelam diferença significativa do grupo D3 em relação a GC e D1 ($P<0,05$). Em relação ao consumo de ração foi observada diferença de consumo GC vs D3 ($P<0,01$). Os dados da avaliação murinométrica sobre o ganho de peso corporal mostraram que não houve diferença significativa entre os grupos analisados, mas um aumento em relação ao período de cinco semanas entre o período inicial e o final do experimento. Esses dados foram reforçados pelas análises do índice de Lee e de bioimpedância. No perfil bioquímico foi observada diferença na análise de albumina. As análises hematológicas revelaram diferenças significativas quanto a hemácias, HB HT, VCM, HCM, RDW-SD e linfócitos entre os grupos. Na análise do teste de retenção gástrica, no período pós-prandial de 8 min, não houve diferenças significativas em relação ao grupo controle e os grupos analisados, mas a retenção foi maior no estômago comparado as porções do intestino delgado. Portanto, considera-se que a suplementação de dietas com fibra alimentar do bagaço do caju atuou de forma benéfica para os animais avaliados no período de cinco semanas nos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Fibra alimentar. Suplementação dietética. Aproveitamento. *Anacardium occidentale*.

ABSTRACT

By-products such as cashews are rich in dietary fiber and studies have shown positive effects of consuming this type of fiber as a dietary supplement, such as on parameters related to obesity. However, there are still no studies evaluating the effects of different percentages of cashew fiber on dietary supplementation models and gastric emptying. The aim of this study was to evaluate the effect of different percentages of cashew fiber supplemented to normal rat chow on food consumption, biochemical and hematological parameters, body composition and gastric emptying. To do this, the cashew bagasse was processed to obtain a flour-like material, the centesimal composition was evaluated and the diets supplemented with cashew bagasse flour were prepared. Twenty-four 60-day-old Wistar rats (180 g) were used in four groups (n=6). The animals received water and food ad libitum. The control group (CG) received a standard diet and the other groups (D1, D2 and D3) received a standard diet supplemented with cashew fiber totaling 7.5%, 10% and 12.5%, respectively. 10% and 12.5%, respectively, for five weeks. Murineometric analyses were carried out before and at the end of the experiment. The animals were weighed and water and feed consumed daily. The animals were fasted for 8 hours at the end of the five weeks to assess the fractional retention of the dye, anaesthetized with xylazine (10 mg/kg) and ketamine (80 mg/kg) to collect blood samples via the periorbital route for biochemical and haematological analyses. They were then laparatomized for resection of the stomach and small intestine, and the fractional retention of the dye was quantified using the phenol red colorimetric technique (5% glucose solution, 0.75 mg/mL phenol red). Analysis of the centesimal composition indicated a 41% total fiber content, followed by other constituents. The water consumption data showed a significant difference between group D3 and GC and D1 ($P<0.05$). In relation to feed consumption, a difference was observed between GC and D3 ($P<0.01$). The murine data on body weight gain showed that there was no significant difference between the groups analyzed, but an increase over the five-week period between the start and end of the experiment. These data were reinforced by the Lee index and bioimpedance analyses. In the biochemical profile, a difference was observed in the analysis of albumin. The hematological analyses revealed significant differences in red blood cells, HB HT, VCM, HCM, RDW-SD and lymphocytes between the groups. In the analysis of the gastric retention test, in the postprandial period of 8 min, there were no significant differences in relation to the control group and the groups analyzed, but retention was greater in the stomach compared to the portions of the small intestine. Therefore, it is considered that the supplementation of diets with dietary fiber from cashew pomace acted beneficially for the animals evaluated over the five-week period in the parameters evaluated.

Key-Words: Dietary fiber. Dietary supplementation. Utilization. *Anacardium occidentale*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Sistema gastrointestinal	19
Figura 2-Fruto e pseudofruto do cajueiro	32
Figura 3-Bagaço do caju proveniente do processamento de polpas	39
Figura 4-Posicionamento do animal para análise murinométrica e de bioimpedância	50
Figura 5-Consumo de H₂O ao longo das cinco semanas	56
Figura 6-Consumo de ração ao longo das cinco semanas	57
Figura 7-Análise do ganho de peso corporal ao longo das cinco semanas de avaliação	59
Figura 8-Efeito das diferentes dietas no período de 5 semanas sobre a retenção gástrica dos animais pelo teste do corante vermelho de fenol	68
Figura 9-Efeito das diferentes dietas no período de 5 semanas sobre a retenção gástrica dos animais pelo teste do corante vermelho de fenol	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Classificação das fibras em relação às propriedades físico-químicas.....	25
Tabela 2-Fibra alimentar em subprodutos de frutas	30
Tabela 3-Composição química do caju	35
Tabela 4-Composição centesimal da farinha do bagaço do caju.....	53
Tabela 5-Análise dos parâmetros murinométricos dos grupos GC, D1, D2 e D3 no período (dia 0 antes) e após o tratamento (dia 35).....	60
Tabela 6-Análise da composição corporal dos animais nos períodos D (0) antes e D(35) após o consumo das dietas	62
Tabela 7-Efeito do tratamento com a suplementação de fibra alimentar do bagaço do caju (D1-7,5%), (D2-10%) e (D3-12,5%) durante 5 semanas em ratas Wistar. 63	63
Tabela 8-Perfil hematológico de ratas Wistar após o tratamento de 5 semanas de suplementação de dietas com diferentes quantidades de fibra alimentar do bagaço do caju (D1-7,5%), (D2-10%) e D3(12,5%)	66

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACT - Água Corporal Total

ALT - Alanina aminotransferase

ALT - Alanina Aminotransferase

ANOVA - Análise de Variância

AOAC - *Association of Official Analytical Chemists*

AST - Aspartato aminotransferase

CHCM - Concentração de hemoglobina corpuscular média;

CR - Creatinina

CT - Colesterol Total;

D1 – Dieta 1 (Ração Padrão e farinha do bagaço de Caju -7,5%)

D2 – Dieta 2 (Ração Padrão e farinha do bagaço de Caju -10%)

D3 - Dieta 3 (Ração Padrão e farinha do bagaço de Caju -12,5%)

DCNTs - Doenças Crônicas Não Transmissíveis

DP - Distância Percorrida

EG - Esvaziamento gástrico

EMATERCE - Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Ceará

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPM - Erro Padrão da Média

FAO - Organização para Alimentação e Agricultura

FDA - Fibra Dietética Alimentar

FDI - Fibra Dietética Insolúvel

FDS - Fibra Dietética Solúvel

FE - Fluido Extracelular

FI - Fluido Intracelular

FOS - Fruto-oligossacarídeos

GC - Grupo controle

GL - Glicose

GOS - Glico-oligossacarídeos

GP - Grupo Ração Padrão

HB - Hemoglobina;

HCM - Hemoglobina corpuscular média;

HDL-c - *High Density Lipoprotein*

HT - Hematócrito

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMC - Índice de Massa Corporal

I.P-Intraperitoneal

LDL-c - *Low Density Lipoprotein*

MG - Massa gorda

MM - Massa Magra

NaCl - Cloreto de Sódio

NaOH - Hidróxido de Sódio

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

OMS - Organização Mundial da Saúde

RDW-SD - Curva de distribuição das hemácias de acordo com o volume eritrocitário.

RDW-CV -Coeficiente de variação da média do volume das hemácias;

TG - Triglicérides;

TGI - Trato Gastrointestinal

TI - Trânsito Intestinal

UNILAB - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Ureia - UR

VCM - Volume corpuscular médio;

VPM - Volume plaquetário médio.

µL: Microlitros

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Obesidade	17
2.1.1 Epidemiologia da obesidade	17
2.1.2 Etiologia da obesidade	18
2.2 Trato gastrointestinal	19
2.2.1 Motilidade gastrointestinal	21
2.3 Fibra alimentar	23
2.3.1 Características gerais e propriedade físico-químicas das fibras	23
2.3.2 Benefícios da ingestão de fibras para a saúde	26
2.3.3 Efeito das fibras sobre o trato gastrointestinal	27
2.3.4 Subprodutos de frutas como fontes de fibras	29
2.4 Caju	31
2.4.1 Características botânicas e distribuição geográfica	31
2.4.2 Relevância socioeconômica do cultivo do cajueiro e aproveitamento do caju	33
2.4.4 Estudos de avaliação da utilização da fibra do caju na produção de alimentos	39
2.4.5 Estudos sobre avaliação do subproduto do caju em parâmetros metabólicos	40
3 JUSTIFICATIVA	42
4 HIPÓTESE CIENTÍFICA	43
5 OBJETIVOS	44
5.1 Objetivo geral	44
5.2 Objetivos específicos	44
6. MATERIAIS E MÉTODOS	45
6.1 Obtenção do bagaço de caju	45

6.2 Obtenção da farinha do bagaço do caju	45
6.3 Análise da composição centesimal da farinha do caju	45
6.3.1 Teor de umidade	45
6.3.2 Teor de cinzas	46
6.3.3 Proteínas	46
6.3.4 Lipídios	46
6.3.5 Carboidratos	47
6.3.6 Valor calórico total	47
6.3.7 Determinação de fibra alimentar total	47
6.4 Aspectos éticos	48
6.5 Animais	48
6.6 Preparação das rações suplementadas com farinha do bagaço de caju	48
6.8 Avaliação da suplementação de dietas com farinha do bagaço do caju	49
6.8.1 Análise do consumo de ração e água	49
6.8.2 Avaliação murinométrica	49
6.8.2.1 <i>Análise do peso corporal</i>	49
6.8.2.2 <i>Avaliação do Comprimento Nasoanal, índice de Lee e bioimpedância</i>	49
6.8.3 Avaliação do perfil bioquímico hematológico	51
6.8.4 Avaliação do esvaziamento gástrico	51
6.5 Análise estatística	52
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
7.1 Determinação da composição centesimal da farinha do bagaço do caju	53
7.2 Análise da suplementação de dietas com farinha do bagaço do caju	55
7.2.1 Análise do consumo de água e ração	55
7.2.2 Análise de parâmetros murinométricos	58
7.2.2.2 <i>Análise do CNA, Índice de Lee e bioimpedância</i>	60
7.2.4 Perfil bioquímico	63

7.2.5 Perfil hematológico	65
7. Análise dos efeitos das dietas sobre a retenção gástrica dos animais no teste de esvaziamento do corante vermelho de fenol	67
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	85
ANEXO A- CAPÍTULO DE LIVRO	88
ANEXO B- RESUMO SOBRE EFEITOS DA CASCA DO CAULE DO CAJUEIRO	105
ANEXO C- ESTUDOS SOBRE <i>Anacardium occidentale</i> L. EM PARÂMETROS DE SÍNTESE METABÓLICA	111
ANEXO D- CAJU NA PRODUÇÃO DE PREBIÓTICOS E PROBIÓTICOS	114

1 INTRODUÇÃO

A obesidade e o sobrepeso são considerados como fatores que contribuem para o desenvolvimento de mais de 50 condições médicas (Barber *et al.*, 2020), como diabetes *mellitus* tipo 2 (Volaco *et al.*, 2018), dislipidemia, doenças cardiovasculares (Kachur *et al.*, 2017), alguns tipos de câncer (Avgerinos *et al.*, 2019), e como um fator de risco para a COVID-19 (Zhou *et al.*, 2020). As causas da obesidade são multifatoriais. No que tange ao desenvolvimento por meio da dieta, se deve de modo geral ao gasto energético inadequado de um indivíduo obeso ou a ingestão calórica excessiva (Bhupathiraju; Hu, 2016).

Dentre as modificações alimentares recomendadas, destaca-se a ingestão de fibras (Dayib; Larson; Slavin, 2020). As fibras são um grupo complexo de carboidratos e lignina que não são hidrolisados por enzimas humanas e, portanto, não são digeridos ou absorvidos no corpo humano (Soliman, 2019). Com diferentes estruturas e propriedades físico-químicas, as fibras podem desempenhar papel vital na regulação da saúde do corpo humano (He *et al.*, 2022). Em um estudo de Wei *et al.* (2018) foi demonstrado que a ingestão de 10 g/dia de fibras na dieta, reduziu em 11% a probabilidade de desenvolvimento de síndrome metabólica, promovendo a melhora de parâmetros bioquímicos como, o controle da hiperlipidemia e hiperglicemia, relacionados à obesidade (Zhemg *et al.*, 2019; Lin *et al.*, 2020).

Entre os mecanismos relacionados com esses efeitos está o envolvimento do esvaziamento gástrico, que corrobora para os mecanismos de controle da saciedade, regulação do apetite, controle glicêmico e da sinalização hormonal intestinal (Fandriks, 2016; Holst *et al.*, 2016). As fibras podem afetar o trânsito intestinal de nutrientes por diferentes mecanismos, os quais dependem de suas propriedades físico-químicas (viscosidade, fermentabilidade e solubilidade em água) (Muüller *et al.*, 2018).

Apesar dos grandes benefícios que as fibras desempenham para a saúde, o valor do consumo diário desse tipo de alimento é inferior ao recomendado. No Brasil, por exemplo, dados da última Pesquisa Orçamentária Familiar (2017-2018) mostraram que o conteúdo de fibra na dieta da população brasileira foi reduzido por homens e mulheres e grupos de idade, porém a maior redução ocorreu nas mulheres idosas, passando de 20,5 g em 2008-2009 para 15,6 g em 2017-2018, representando redução em torno de 24% (IBGE, 2019).

A queda no consumo de fibras não corresponde à disponibilidade de oferta de alimentos ricos nesse tipo de composto, uma vez que, segundo dados da Organização das Nações Unidas

para Agricultura e Alimentação (FAO), mais da metade dos produtos agrícolas são desperdiçados. Durante o processamento de frutas pela indústria, por exemplo, cerca de 25-30% são desperdiçados, além da geração de resíduos ou também chamados subprodutos como o bagaço, os quais são ricos em compostos bioativos e com alto teor de fibra alimentar superiores à polpa (Hussain. Jõudu; Bhat, 2020).

Uma das espécies de frutíferas tropicais associadas à problemática da geração de subprodutos é a *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae), popularmente conhecida como cajueiro. Conhecido principalmente pela produção de castanha, enquanto o caju consiste em um pedúnculo carnoso rico em carboidratos, minerais, vitaminas, aminoácidos e carotenoides. (Batista *et al.*, 2018). Apesar disso, boa parte da produção de caju é descartado, e embora o caju seja utilizado na fabricação de sucos, sorvetes e de outros alimentos, apenas 10% da produção é utilizada pela indústria (Prommajak; Leksawasdi; Rattanapanone, 2014). No processo de produção de polpa do caju, é gerado um resíduo, conhecido como bagaço, que corresponde a cerca de 15% da massa inicial do pedúnculo, além de representar um dos principais resíduos agroindustriais da indústria do processamento do caju (Brainer; Vidal, 2020).

Estudos vêm sendo realizados avaliando o efeito do bagaço do caju em atividades biológicas, nas quais demonstram-se significativos efeitos em parâmetros de obesidade (Carvalho *et al.*, 2018; 2019). No entanto, ainda não há trabalhos que avaliaram os efeitos da fibra do caju sobre o esvaziamento gástrico. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes percentuais de fibra alimentar oriunda da farinha de bagaço do caju na alimentação de ratas, através do consumo de água e ração, parâmetros murinométricos e de composição corporal, bioquímicos, hematológicos, e sobre o esvaziamento gástrico

Para uma melhor compreensão da relevância deste trabalho, a revisão de literatura a seguir aborda aspectos relacionados à obesidade, trato gastrointestinal, fibra alimentar e sobre o caju.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Obesidade

2.1.1 Epidemiologia da obesidade

A obesidade é caracterizada como uma doença multifatorial influenciada por fatores genéticos, ambientais, emocionais, e principalmente, por hábitos como a inatividade física e ingestão excessiva de calorias, que nas últimas décadas tornou-se um problema crescente de saúde pública (Shivaprasad *et al.*, 2013). De modo geral, a obesidade é definida como o acúmulo excessivo ou distribuição anormal de gordura corporal, afetando o estado de saúde. É classificada, principalmente, pelo índice de massa corporal (IMC, $>30 \text{ Kg/m}^2$), mas que, no entanto, é um critério muito limitado segundo a literatura (Mayoral *et al.*, 2020). As medidas de índice mais usadas na prática clínica além do IMC, são as circunferências, dobras cutâneas e a bioimpedância (DE LORENZO *et al.*, 2016).

O hábito de ingestão de alimentos ricos em gordura e açúcar, ultraprocessados, como os *fast food*, além de representar um fator para o aumento de ganho de peso, constitui um fator de risco para o desenvolvimento de diabetes *mellitus* tipo 2 e dislipidemia (Lalanza; Snoeren, 2021). Observa-se que a obesidade consiste em um dos fatores de risco para a maioria das doenças crônicas não transmissíveis, especialmente as doenças cardiovasculares. Representa ainda um fator crítico para o agravamento da COVID-19, assim como vem sendo demonstrado em diversas pesquisas mais recentes (Kwok *et al.*, 2020).

A incidência de obesidade em relação a maioria das doenças crônicas aumentou drasticamente nas últimas duas décadas (Mobbs, 2014). Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que em 2016, cerca de 13% da população adulta mundial era obesa. Além disso, em 2019, cerca de 38,2 milhões de crianças com menos de 5 anos estavam com sobrepeso ou obesas. Antes considerados um problema de países desenvolvidos, o sobrepeso e a obesidade estão crescendo em países de baixa e média renda, especialmente em áreas urbanas. Na África, o número de crianças menores de 5 anos com excesso de peso aumentou quase 24% desde o ano 2000 (WHO, 2021).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontaram que o percentual de pessoas obesas em idade adulta no país mais do que dobrou em 17 anos, passando de 12,2%, entre 2002 e 2003, para 26,8% em 2019. No mesmo período, a população adulta com excesso de peso passou de 43,3% para 61,7%, representando quase dois terços dos brasileiros.

Entre as pessoas com 18 anos ou mais, 25,9% estavam obesas, totalizando 41,2 milhões de brasileiros, e entre os adolescentes, um em cada cinco com idades entre 15 e 17 anos estava com excesso de peso (IBGE, 2020).

Além disso, uma pesquisa realizada no Brasil estimou que, se toda a população brasileira adulta tivesse o IMC de 22 Kg/m², ou seja, sem excesso de peso ou obesidade, aproximadamente 168 mil mortes por ano no país seriam evitadas, com destaque para as mortes em decorrência de doenças cardiovasculares (Rabacow *et al.*, 2019). Segundo dados do Relatório do III Fórum de monitoramento do plano de ações estratégicas para o enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil, nas duas últimas décadas, o Brasil tem passado por inúmeras transformações sociais e econômicas que refletem no estado nutricional dos indivíduos, com prevalência de desnutrição e aumento de excesso de peso. Uma das principais metas estabelecidas que deveriam ser atingidas até o ano de 2022, era deter e reduzir a obesidade, assim como o aumento do consumo de frutas e hortaliças (BRASIL, 2018).

O aumento da prevalência da obesidade está relacionado a fatores dietéticos e estilos de vida cada vez mais sedentários (Cólon-Gozález *et al.*, 2012). O aumento do consumo de gordura saturada e carboidratos, combinado com a diminuição da ingestão de vegetais e baixos níveis de atividade física, são as razões mais significativas para este problema de saúde global que impacta no desenvolvimento de doenças cardiovasculares; alterações no metabolismo lipídico (dislipidemia), alterações em certos hormônios com grande atividade metabólica, como a insulina, resultando em resistência celular à insulina (hiperinsulinemia); tolerância à glicose diminuída, que causa risco de diabetes mellitus tipo 2; hipertensão com o risco concomitante de derrame e deficiência do hormônio do crescimento e hiperleptinemia (LANGE *et al.*, 2011).

Esses fatores ou alterações são conhecidos coletivamente como síndrome metabólica, e alguns deles podem ocorrer já aos seis anos de idade em crianças e em adolescentes obesos (Juonala *et al.*, 2011). Entre as causas que levam ao desenvolvimento de muitas doenças relacionadas à obesidade, estão as disfunções no tecido adiposo, caracterizadas como deficiências no armazenamento de adipócitos e liberação de ácidos graxos, superprodução de adipocinas e citocinas, conversão hormonal e efeitos mecânicos adversos da maior quantidade de massa do tecido (Bray *et al.*, 2018).

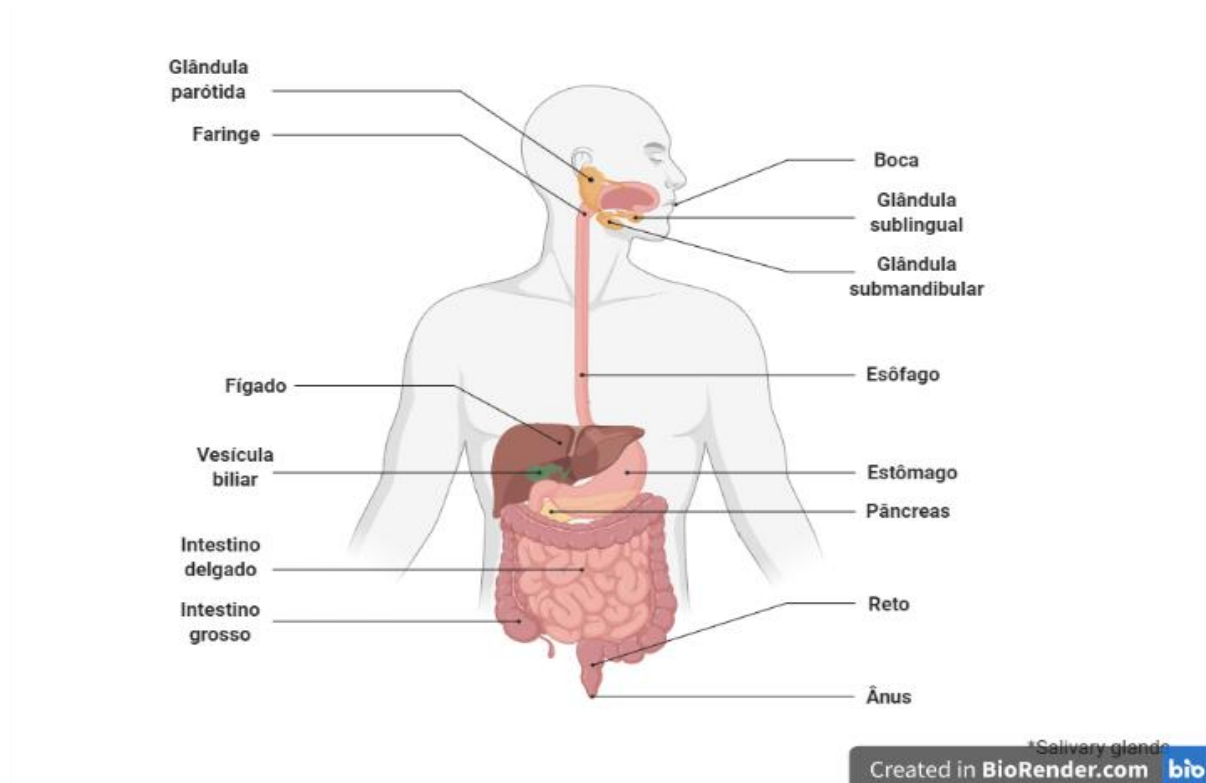
A perda ponderal deve ser recomendada para todos os pacientes com obesidade e para pacientes com excesso de peso na presença de condições de comorbidades como pré-diabetes, diabetes, hipertensão e dislipidemia (Gadde *et al.*, 2018). Destaca-se que entre as principais intervenções para esses pacientes, estão alterações na dieta, pois, a principal causa da obesidade deve-se ao aumento na taxa de absorção de energia: gasto de energia.

Portanto, limitar a absorção de energia é fundamental no tratamento da obesidade. Com relação à ingestão calórica, o sistema gastrointestinal desempenha um papel fundamental no controle do consumo de alimentos, digestão e absorção de nutrientes. A execução bem-sucedida dessas funções fisiológicas depende da presença da motilidade gastrointestinal intacta e coordenada. A motilidade afeta não apenas as taxas de processamento dos nutrientes, como participa do controle do apetite e da saciedade (Xing; Chen, 2012).

2.2 Trato gastrointestinal

O sistema digestório é formado por órgãos ocos em série que se comunicam nas duas extremidades com o meio ambiente, constituindo o denominado trato gastrointestinal (TGI), e pelos órgãos anexos, que lançam suas secreções no lúmen do TGI (Figura 1). Os órgãos do TGI são: a cavidade oral, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado, intestino grosso ou cólon, e ânus, e pelos órgãos anexos que são as glândulas salivares, pâncreas, fígado e vesícula biliar (Saniotro, 2018).

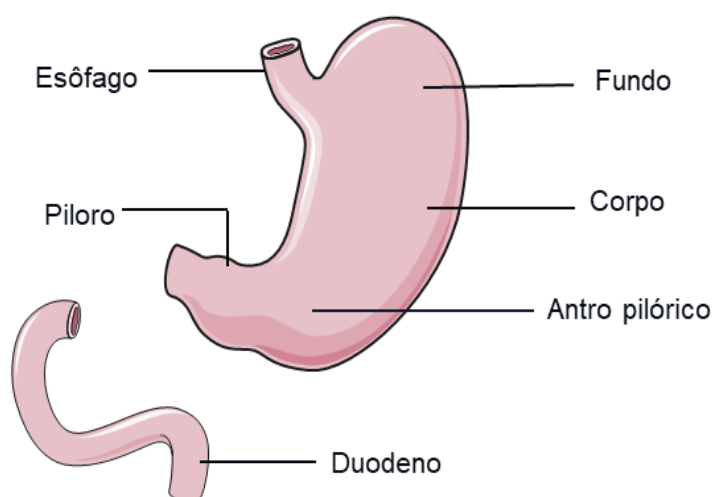
Figura 1-Sistema gastrointestinal



Fonte: BioRender.com

O TGI apresenta uma série de funções sofisticadas e autônomas coordenadas em uma variedade de escalas de comprimento e de tempo. As funções primárias são: motilidade, secreção, digestão, absorção intestinal e excreção. Essas funções são alcançadas através de uma série de órgãos com funções distintas da boca ao ânus. O estômago e o intestino delgado são os principais responsáveis pela digestão e absorção, um processo que envolve mecanismos físicos, como a retropulsão no estômago, por exemplo, e químicos como a bile e as enzimas no intestino delgado. O intestino grosso está principalmente relacionado com a dessecação e compactação dos resíduos, com armazenamento no cólon sigmoide e no reto antes da eliminação (Cheng *et al.*, 2010). Após a deglutição, o alimento passa pelo esôfago, um tubo estreito que atravessa o tórax até o abdome. Logo abaixo do diafragma, o esôfago termina no estômago. Este órgão, por sua vez, possui três seções: o fundo superior, o corpo central e o antro inferior (Figura 2).

Figura 2-Anatomia do estômago



Servier Medical Art de Servier est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution 3.0 France

Fonte: SmartServier

A digestão inicial que começou na boca, continua a ser realizada no estômago, misturando o alimento com ácido e enzimas para a formação do quimo. Nesta região há a presença de uma válvula pilórica que atua liberando pequenas quantidades de quimo no intestino delgado. A maior parte da digestão ocorre no intestino delgado, que possui três seções: o duodeno, o jejuno e o íleo. A digestão é realizada por enzimas intestinais, auxiliadas por secreções exócrinas do pâncreas e do fígado. As secreções desses dois órgãos entram na porção inicial do duodeno por ductos, e são reguladas através do esfíncter hepatopancreático, que

impede que o líquido pancreático e a bile entrem no intestino delgado, exceto durante a refeição. O fim do processo de digestão ocorre ainda no intestino delgado e quase todos os nutrientes digeridos e os fluidos são absorvidos nesta região do TGI e liberando o quimo para o intestino grosso. No colón, a seção proximal do intestino grosso, o quimo em sua forma aquosa transforma-se em fezes semi sólidas à medida que a água e os eletrólitos são absorvidos do quimo para o líquido extracelular. As fezes são então propelidas para a seção proximal do intestino grosso chamada de reto, e deixam o TGI por meio do ânus (Silverthorn, 2017).

De modo geral, o trato gastrointestinal permite respostas fisiológicas, como absorção de nutrientes e água, secreção de água por um lado, e mantém a microbiota luminal, por outro. Para que o TGI desempenhe sua função de digerir e absorver nutrientes, faz uso de uma série coordenada de contrações musculares que agem para impulsionar os alimentos ao longo do trato e ajudar na digestão, agitando os alimentos e maximizando a exposição dos nutrientes às enzimas e à barreira epitelial absorviva (McQuilken, 2021). A motilidade gastrointestinal rigidamente regulada atuando em conjunto com o fígado e o pâncreas, pode garantir o funcionamento adequado de todas essas respostas (Farré *et al.*, 2020).

2.2.1 Motilidade gastrointestinal

A motilidade gastrointestinal concentra-se na função motora digestiva e no trânsito do material ingerido dentro do TGI. É um processo controlado pela contratilidade dos músculos lisos do TGI, neurônios parassimpáticos e simpáticos extrínsecos, neurônios motores e sensoriais entéricos intrínsecos e por alguns hormônios, além das células intersticiais de Cajal, que funcionam como marca-passo. Embora o esôfago, o estômago, o intestino delgado e o intestino grosso tenham suas próprias funções especializadas, todos trabalham de forma colaborativa para ajudar na digestão e na motilidade (Surjanhata; Kuo, 2014; Blair *et al.*, 2014; Kitazawa; Kaya, 2019). No músculo liso, os ciclos de contração e relaxamento estão associados a processos de despolarização e repolarização, os chamados potenciais de ondas lentas que se iniciam nas células intersticiais de Cajal. Essas ondas espalham-se pelas camadas musculares por meio de junções comunicantes (Silverthorn, 2017).

Anatomicamente, o estômago é dividido em região de fundo, corpo e antro, mas no que diz respeito à função motora, duas partes principais podem ser distinguidas: o estômago proximal, formado pelo fundo e a parte proximal do corpo, e o estômago distal, formado pela parte distal do corpo, o antro e piloro. Com relação à motilidade, o estômago proximal é caracterizado por atividade de ondas lentas e contrações peristálticas. Dois padrões motores

podem ser distinguidos no estômago: um padrão motor interdigestivo e um padrão pós-prandial. Durante a fase interdigestiva, o tônus muscular do estômago proximal é alto, enquanto o estômago distal está envolvido em um padrão de contração recorrente conhecido como plexo mioelétrico (ou motor) migratório. No que diz respeito ao período de ingestão de alimentos, o padrão motor do estômago muda drasticamente: o estômago proximal relaxa e serve inicialmente como reservatório. Após a ingestão de alimentos, uma contração do estômago proximal empurra o alimento distalmente, enquanto o estômago distal mistura e tritura o alimento por um padrão de contração peristáltica potente e regular (Jansen *et al.*, 2011).

Para que haja a otimização do processamento dos alimentos é necessário que exista um controle de tempo de permanência do bolo alimentar em cada compartimento do TGI, os quais são regulados por meio de movimentos de mistura e propulsão (Johson, 2014). Durante o processo, chamado de esvaziamento gástrico (EG), o quimo é propelido do estômago a diferentes taxas de EG. Do ponto de vista mecânico, o EG de uma refeição depende de uma interação complexa entre os principais padrões motores do estômago. Após a ingestão de alimentos e após o relaxamento receptivo, o estômago proximal impulsiona o conteúdo gástrico para frente por meio de uma contração tônica e, assim, fornece uma força motriz para o EG. Simultaneamente, as contrações peristálticas que emergem do meio do corpo progridem na direção do antro, moendo e peneirando os alimentos sólidos. Esse padrão repetitivo quebra as partículas de alimentos, mistura-as com o suco gástrico e forma um segundo impulso que empurra o conteúdo do alimento para a parte distal, seguido pela abertura e fechamento do esfíncter pilórico (Jansen *et al.*, 2011).

O principal parâmetro utilizado pelos métodos clássicos para quantificar o EG é o tempo, no qual é analisado o período necessário para que a metade do conteúdo gástrico a ser esvaziado ($T_{1/2}$), o tempo médio referente a momentos estatísticos ou o tempo de retenção. A velocidade é variável e está relacionada a diversos processos que podem ser tanto fisiológicos, quanto patológicos. A regulação do EG é realizada, dentre outros, por fatores como os níveis de carboidratos na corrente sanguínea, as sinalizações do sistema nervoso entérico e a atuação dos hormônios peptídeos gastrointestinais. Alterações no tempo de EG podem levar a patologias primárias, como diarreias, que ocorrem quando há um aumento no número de evacuações diárias devido a aceleração da motilidade do TGI. Ao contrário, ocorrem episódios de constipação, quando há a ausência de evacuações em intervalos maiores do que três dias (Calabresi, 2013). Além disso, o EG mais rápido pode resultar em trânsito gastrointestinal mais rápido, o que por sua vez, pode resultar em uma absorção de nutrientes diminuída (Tucker; Mattes, 2013).

À medida que sai do estômago, o intestino delgado encarrega-se de transportar o alimento e misturá-lo com a bile e as secreções pancreáticas e intestinais para facilitar a absorção pela superfície da mucosa intestinal (Maurer, 2016). Assim como o estômago, o intestino delgado também possui padrões de motilidade distintos e determinados pela presença ou ausência de nutrientes. No período pós-prandial (alimentado) a motilidade garante o trânsito de conteúdo em uma taxa adequada para a digestão e absorção de nutrientes, enquanto nos períodos de jejum, fase interdigestiva, ocorre a limpeza de sólidos não digeríveis da região superior do intestino delgado e que previne o supercrescimento bacteriano. O padrão motor alimentado envolve a segmentação rítmica que divide e combina o quimo repetidamente através de movimentos circulares e concentrações sem deslocamento líquido (Surjanhata, Kuo, 2014).

A motilidade normal do intestino delgado é fundamental para garantir o bom funcionamento da digestão e absorção de nutrientes (Soffer 2020). O trânsito intestinal desempenha um papel crucial na absorção de nutrientes. A aceleração pode reduzir a absorção e levar à perda de peso, enquanto um atraso pode levar a um aumento de absorção e, conseqüentemente, ao ganho de peso (Xing; Chen, 2012). Alimentos como as fibras, por exemplo, exercem seus benefícios para a saúde devido ao seu comportamento no trato gastrointestinal, e que contribui para os mecanismos de controle de saciedade, regulação do apetite, controle glicêmico e da sinalização hormonal intestinal, enquanto mantém outros nutrientes importantes em um nível adequado (Lattimer; Haub, 2010; Fandriks, 2016; Holst *et al.*, 2016; Capuano, 2017).

2.3 Fibra alimentar

2.3.1 Características gerais e propriedade físico-químicas das fibras

Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) define fibra alimentar como carboidratos, com três ou mais unidades monossacarídicas, que são resistentes às enzimas digestivas endógenas e, portanto, não são hidrolisadas nem absorvidas no intestino delgado (Makki *et al.*, 2018; Babber *et al.*, 2020). De modo geral, as fibras são classificadas em dois grupos principais: solúveis e insolúveis, com base na capacidade de serem dissolvidas em água. No entanto, alguns polissacarídeos que são considerados solúveis podem ser bastante variáveis em sua real solubilidade em água. Ambos os tipos de fibras apresentam muitas propriedades físicas em comum, incluindo a capacidade de ligação à água, e capacidade de ligação de cátions minerais. Vale ainda considerar o tamanho das partículas e a massa molecular. Do ponto de vista físico-químico, as fibras englobam uma gama de diferentes materiais e que variam

substancialmente em suas propriedades biológicas e químicas, não apenas dentro da planta, mas também em relação durante o consumo e comportamento no TGI (Alba *et al.*, 2019; Williams *et al.*, 2019).

As fibras alimentares são heterogêneas e, portanto, diferentes classificações são utilizadas para descrevê-las, incluindo origem, composição química e propriedades físico-químicas, com subcategorização adicional com base no grau de polimerização (por exemplo, comprimento da cadeia). Ressalta-se que cada uma dessas propriedades também pode afetar a fermentação microbiana. Quanto à origem, as fibras vegetais podem ser separadas em fibras derivadas de cereais e grãos, frutas, vegetais, nozes e leguminosas, além disso podem ser definidas como dietético (intrínseco ou intacto, que se encontra nos alimentos) ou funcional (extraído ou sintético). No entanto, é importante destacar que diferentes tipos de plantas também terão composições químicas variáveis, bem como as propriedades físico-químicas (Holscher, 2017; Abreu *et al.*, 2021).

No nível básico, as fibras são definidas de acordo com o tipo de monossacarídeos constituintes ligados por ligações glicosídicas e seu número de moléculas, também chamado de grau de polimerização. Polissacarídeos com grau de polimerização de 3-9 unidades monossacarídicas são denominados de oligossacarídeos, cujo nome carrega o componente monossacarídeo, como por exemplo (fruto-oligossacarídeos ou xilo-oligossacarídeos). Os polissacarídeos com mais de 10 unidades monossacarídicas, podem ser diferenciados em polissacarídeos não amiláceos ou em amidos resistentes (So *et al.*, 2021). Com relação às características físico-químicas, as fibras são classificadas em seis grupos, como pode ser observado na Tabela 1, a qual relaciona os efeitos para saúde com base nas propriedades físico-químicas.

Tabela 1-Classificação das fibras em relação às propriedades físico-químicas

Características físico-química	Benefícios para a saúde	Exemplos
Solúvel de cadeia curta, viscoso e altamente fermentável	Amolecimento das fezes, baixo nível de colesterol e resposta da glicose pós-prandial. Pode atuar como prebiótico, estimulando a produção de bifidobactérias. Não afeta o tempo de trânsito intestinal, embora produza muitos gases.	Oligossacarídeos, como fruto-oligossacarídeos e galacto-oligossacarídeos (Gomar guar, pectina, goma arábica, β -glucano, konjac, alginato de sódio)
Solúvel de cadeia longa, não viscoso e altamente fermentável	Amolecimento das fezes, baixo nível de colesterol e resposta da glicose pós-prandial. Pode atuar como prebiótico, estimulando o crescimento bacteriano em geral, tem um efeito laxativo fraco, não afeta o tempo de trânsito intestinal e produz uma quantidade moderada de gases.	Inulina, FOS, GOS, XOS, polidextrose, inulina, fibra de milho
Solúvel, viscoso e não fermentável	Amolecimento das fezes, baixo nível de colesterol e resposta da glicose pós-prandial. Não causa inchaço ou odor.	Psyllium, Konjac, HPMC, CMC
Solúvel, não viscoso e não fermentável	Amolecimento das fezes, baixo nível de colesterol e resposta da glicose pós-prandial. Não causa inchaço ou odor.	PHGG
Insolúvel e fermentável	Volume das fezes. Acelera o trânsito intestinal. Pode agir prebioticamente.	Fibra de soja, fibra de milho, fibra de ervilha, amido resistente, farelo de trigo.
Insolúvel e não fermentável	Fezes volumosas. Acelera o trânsito intestinal. Não causa inchaço ou odor. Estimula o crescimento de bactérias específicas que a degradam, como <i>Xylanibacter</i> e <i>Prevotella</i> .	Celulose, fibra de bambu, fibra de batata.

Fonte: Adaptado de Eswaran et al., 2013; Abreu et al., (2021). CMC: Carboximetilcelulose; FOS: Fruto-oligossacarídeos; GOS: Glico-oligossacarídeos; HPMC: Hidroximetilpropilcelulose PHGG: Partially Hydrolyzed Guar Gum; XOS: Xilo-oligossacarídeos.

Além disso, as fibras alimentares de frutas podem ser fontes de fitoquímicos, como compostos fenólicos associados a esses carboidratos não digeríveis. Em alguns casos, o complexo fibra alimentar-composto fenólico é considerado como uma fibra alimentar antioxidante, categoria definida como um concentrado de fibra alimentar com quantidades significativas de antioxidantes naturais associados a compostos não digeríveis (Quirós-Sauceda *et al.*, 2014).

2.3.2 Benefícios da ingestão de fibras para a saúde

A ingestão de fibra dietética oferece muitos benefícios à saúde, uma vez que sendo ingerida em grande quantidade poderá reduzir o risco de desenvolvimento de doenças como, Acidente Vascular Encefálico (AVE), doença cardíaca coronária, hipertensão, diabetes e alguns distúrbios gastrointestinais. Além disso, o aumento do consumo de fibras melhora as concentrações séricas de lipídios, melhora a função imunológica e auxilia na perda de peso (Anderson *et al.*, 2009). Estudos indicam que para cada 10 g de fibra adicionada a uma dieta, o risco de mortalidade por doença coronariana diminuiu em 17-35% (Pereira *et al.*, 2004; Streppel *et al.*, 2008).

Em relação aos seus efeitos sobre o peso corporal e adiposidade abdominal, a suplementação de fibra dietética pode atuar reduzindo a frequência de ingestão de alimentos (frequência e tamanho das refeições) (Barber *et al.*, 2020). Uma revisão realizada por Wander *et al.* (2011) destaca que diferentes tipos de fibras dietéticas afetam o apetite, corroborando com Poutanen *et al.* (2017) que citam que a ingestão de fibras afeta subjetivamente o apetite, promovendo alterações quanto à saciedade, desejo de comer, consumo futuro de alimentos, bem como afeta o peso corporal de diferentes formas. Esses diferentes efeitos têm relação com a composição físico-química das fibras tais como, viscosidade, solubilidade e fermentabilidade, os quais têm relação sobre o consumo energético atuando sobre a saciedade (Wanders *et al.*, 2011).

Ressalta-se que tanto as fibras solúveis quanto insolúveis apresentam efeitos benéficos à saúde, quanto à redução de peso corporal e na redução dos níveis de lipídios (Surampudi *et al.*, 2016). Além disso, atuam na prevenção da obesidade induzida por uma dieta rica em gordura, como tem sido evidenciado em diversos trabalhos, por meio da ação de processos de

fermentação e com relações na regulação da microbiota intestinal (Adam *et al.*, 2015; Chang *et al.*, 2017). É importante destacar que diversas pesquisas têm realizado a avaliação de fibras dietéticas de frutas a partir de subprodutos ou resíduos agroindustriais, como cascas, sementes, e o bagaço derivado do processamento do suco, por exemplo (Batista *et al.*, 2018).

A ingestão diária recomendada de fibras, de acordo com os valores do Consumo Dietético de Referência com base em uma dieta de 1000 Kcal, para homens e mulheres de 19-50 anos é de 38 g/dia e 25 g/dia, respectivamente, e para crianças e adolescentes esses valores variam de 19 g/dia a 38 g/dia (DRI, 2005). Contudo, embora as fibras estejam presentes em uma ampla variedade de fontes de alimentos vegetais, com diversas evidências indicando os seus benefícios para a saúde, como a prevenção de desenvolvimento de DCNTs, o consumo é considerado baixo em países ocidentais, apesar de existirem variedades de produtos de origem vegetal com grandes quantidades de fibras (Makki *et al.*, 2018).

2.3.3 Efeito das fibras sobre o trato gastrointestinal

De acordo com Capuano, (2017), a fibra alimentar é geralmente considerada como um importante elemento para uma dieta saudável. Diferentemente de outros componentes da dieta, cujo efeito está diretamente associado ao seu valor nutricional intrínseco ou impulsionado pela atuação direta a respostas biológicas específicas. Os benefícios da fibra dietética na saúde são explicados por seu comportamento no trato gastrointestinal, e que contribui para os mecanismos de controle de saciedade, regulação do apetite, controle glicêmico e da sinalização hormonal intestinal (Fandriks, 2016; Holst *et al.*, 2016; Capuano, 2017). Os efeitos das fibras alimentares no intestino humano são: alteração do tipo de fezes (incluindo maciez e massa das fezes), redução do tempo de trânsito colônico dos alimentos e a metabolização das fibras alimentares pelas bactérias intestinais. Os mecanismos subjacentes a estes efeitos são dependentes das propriedades físico-químicas, e sua eficácia no intestino humano se deve à não digestibilidade por enzimas ativas no intestino ou no cólon (Atzler *et al.*, 2021).

O trânsito gastrointestinal é importante para o funcionamento saudável do intestino, bem como para o metabolismo energético humano. O trânsito intestinal superior está fortemente envolvido na sinalização da saciedade, na resposta às incretinas e na glicemia pós-prandial, enquanto o trânsito intestinal inferior determina a disponibilidade de nutrientes, disponibilidade de água, moldando assim o nicho ecológico da microbiota intestinal. A satisfação do apetite se desenvolve durante a ingestão de polissacarídeos não digeríveis e pode ajudar a interromper a ingestão de alimentos. Como o trato gastrointestinal tem uma estreita conexão com o cérebro,

o estado completo do trato gastrointestinal pode ser detectado mecanicamente para sinalizar ao cérebro para o controle da ingestão de alimentos (Konturek *et al.*, 2004).

Em síntese, no estômago as fibras estimulam a secreção de enzimas digestivas do suco gástrico, aumentando a motilidade gastrointestinal. No intestino delgado, por sua vez, as fibras resistem à digestão e à absorção de nutrientes. A fermentação ocorre no intestino grosso, no qual também ocorre a regulação da microbiota e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (He *et al.*, 2022).

Bernaude & Rodrigues (2013) destacam que os principais grupos de fibras que chegam ao intestino são os polissacarídeos não amiláceos, substâncias associadas a esses polissacarídeos, os amido resistentes e os oligossacarídeos. Essas substâncias são fermentadas total ou parcialmente e utilizadas como fonte de energia pela microflora do cólon e convertida em gases (hidrogênio, metano e dióxido de carbono) e em ácidos graxos de cadeia curta (acetato, butirato e propionato, principalmente). A disponibilidade de substrato no cólon resulta no aumento do número de bactérias e, conseqüentemente, um aumento do bolo fecal.

Estudos apontam a relação entre o efeito das fibras na modulação das respostas glicêmicas por meio de efeitos fisiológicos no estômago e no intestino delgado. Estes efeitos incluem o retardo do esvaziamento gástrico, o qual é responsável por aproximadamente 35% da variação nas concentrações de pico de glicose após a ingestão de glicose oral, além de modificação na atividade mioelétrica gastrointestinal e atraso no trânsito intestinal (Papathanasopoulos; Camilleri, 2010). A introdução de uma fibra formadora de gel, por exemplo, aumenta significativamente a viscosidade do quimo de maneira dose-dependente, tornando-o mais espesso. Esse aumento na viscosidade retarda as interações das enzimas digestivas com os nutrientes (retardando a degradação), e conseqüentemente, retarda a absorção de glicose e outros nutrientes (Lambeau; Mcrorie, J. W., 2017).

Portanto, a falta de fibras na alimentação ou uma baixa ingestão pode prejudicar a motilidade e o metabolismo intestinal. Além disso, embora já se tenha descoberto diversos potenciais terapêuticos para as fibras alimentares, muitas questões clínicas permanecem sem resposta, como a clareza sobre a dose ideal para o manejo de sintomas clínicos e na prevenção de distúrbios gastrointestinais, por exemplo (Gill *et al.*, 2020).

Dados da última Pesquisa Orçamentária Familiar (2017-2018) mostraram que o conteúdo de fibra na dieta da população brasileira foi reduzido por homens e mulheres e grupos de idade, porém a maior redução ocorreu nas mulheres idosas, passando de 20,5 g em 2008-2009, para 15,6 g em 2017-2018, representando redução em torno de 24% (IBGE, 2019). Somado ao problema da diminuição do consumo de fibras pela população brasileira e da

importância que esse componente representa na dieta, muitas pesquisas têm buscado a incorporação de fibras na produção de alimentos mais saudáveis (Mehta *et al.*, 2015). Além disso, representa uma alternativa para o aproveitamento de subprodutos do processamento de frutas, que na grande maioria das vezes, são descartados e representam um problema no âmbito ambiental e econômico (Pérez-chabela; Hernández-Alcântara, 2018; santos *et al.*, 2021).

2.3.4 Subprodutos de frutas como fontes de fibras

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2021), um terço dos alimentos produzidos anualmente para o consumo humano se perde ou é desperdiçado. Destaca-se que entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) previstos na Agenda 30, está a redução pela metade do desperdício alimentar *per capita* no varejo e no nível do consumidor, bem como, diminuir as perdas ao longo das cadeias produtivas e de fornecimento (ONU, 2015). A diminuição do desperdício de alimentos deve ser uma prioridade devido ao seu impacto nas áreas econômica, social e ambiental (Silva *et al.*, 2021)

De acordo com a Comissão Europeia, o desperdício de alimentos é composto por materiais alimentares crus ou cozidos descartados em qualquer etapa do ciclo de vida do alimento. Enquanto o termo “subproduto” refere-se a qualquer substância ou objeto resultante de um processo em que sua produção não é o objetivo principal. O termo subproduto alimentar tem sido utilizado cada vez mais para destacar que resíduos alimentares são substratos finais para o desenvolvimento de novos produtos com valor agregado (COMISSÃO EUROPEIA, 2010).

O descarte de resíduos agroindustriais constitui um problema de saúde ambiental em razão do acúmulo de resíduos orgânicos. Esse desperdício está relacionado com as perdas derivadas da decisão de descartar alimentos que ainda possuem valor, pois apesar de acabarem indo para o lixo, materiais como cascas, sementes e polpa não utilizada de frutas são ricos em vitaminas, minerais, fibras, óleos e em compostos bioativos que podem ser utilizados na avaliação de diversas atividades biológicas e empregados na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica (Babbar *et al.*, 2015; Dimou *et al.*, 2019; Requengo *et al.*, 2022).

Em relação aos teores de fibras presentes em resíduos de frutas, estudos demonstraram que a casca da maçã, por exemplo, apresentou teores de fibras (solúveis e insolúveis) superior ao da polpa, assim como foi encontrado significativo teor de fibra no bagaço da maçã, derivado do processamento de sucos. Também foi evidenciado percentual superior de fibra encontrado

em uma variedade de uva, demonstrando assim que esses resíduos representam fontes de compostos que não recebem o devido aproveitamento (Sagar *et al.*, 2018). Além destes exemplos, outros subprodutos de frutos revelam grandes quantidades de fibra alimentar, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2-Fibra alimentar em subprodutos de frutas

Espécie	Subproduto	Quantidade de fibra alimentar (%; g/100 ml; g/kg)	Referência
Acerola <i>Malpighia emarginata</i>	Bagaço (sementes e cascas)	260 g Kg ⁻¹ d.m	RUFINO <i>et al.</i> , 2010
Caju <i>Anacardium occidentale</i>	Bagaço (fibra e pele)	209 g Kg ⁻¹ d.m	RUFINO <i>et al.</i> , 2010
Uva branca (<i>Vitis Vinifera</i> L.)	Bagaço (casca e sementes)	47%	RODRÍGUEZ-MORGADO <i>et al.</i> , 2015
Goiaba <i>Psidium guajava</i>	Bagaço (sementes)	89,80%	TODISCO <i>et al.</i> , 2018
Buriti <i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Farinha dos subprodutos (casca, polpa e endocarpo)	88,69 g/100g	RESENDE <i>et al.</i> , 2019
Maracujá (<i>Passiflora edulis</i>)	Casca e sementes	64,20%	ALBUQUERQUE <i>et al.</i> , 2019
Manga (<i>Mangifera indica</i> L.)	Casca	0,47 g/100 mL (fibra solúvel)	ALBUQUERQUE <i>et al.</i> , 2019
Uva <i>Vitis Vinifera</i> L.	Bagaço (casca e sementes)	351,4 g/kg	COSTA <i>et al.</i> , 2019

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tendo em vista a presença de grandes quantidades de fibra alimentar, subprodutos de frutas têm sido avaliados e demonstrado diversas atividades biológicas, como atividade hipolipidêmica da semente de abacate (Pahua-Ramos *et al.*, 2012), atividade hemolítica para

extratos do bagaço da acerola (Marques *et al.*, 2018), antidiabética para a casca da tangerina (Ali *et al.*, 2020), assim como evidenciou-se efeitos probióticos e no metabolismo de lipídios em subprodutos da acerola, goiaba e caju. Ressalta-se que este último é proveniente de uma das grandes frutíferas tropicais e com importante papel econômico no Brasil (Batista *et al.*, 2018).

Além disso, com base na composição química, os subprodutos podem ser usados como ingredientes alternativos na indústria alimentícia para desenvolver formulações inovadoras com efeitos benéficos à saúde, além de contribuir para reduzir a demanda por tipos de produtos como os cereais à base de trigo, por exemplo (Silva *et al.*, 2021).

2.4 Caju

2.4.1 Características botânicas e distribuição geográfica

A espécie *Anacardium occidentale* L. pertencem à família Anacardiaceae. Essa família é composta por cerca de 70 gêneros e 700 espécies. O gênero *Anacardium* é constituído por aproximadamente 22 espécies, das quais 21 são originárias das Américas do Sul e Central e uma da Malásia. Dentre as espécies do gênero *Anacardium*, apenas a *Anacardium occidentale* é nativa do Brasil e explorada comercialmente (Serrano, 2016). Em razão do porte das plantas, pode ser classificado como cajueiro comum ou gigante e cajueiro anão (Crisóstomo *et al.*, 2003). O cajueiro comum pode crescer até 14 m e o anão cresce apenas até cerca de 6 metros, demonstra ser mais lucrativo com maturidade precoce e apresenta rendimentos mais altos (Joshi *et al.*, 2017). É uma espécie andromonóica, com flores masculinas (estaminadas) cerca de 60% e hermafroditas (perfeitas) 40%, em uma mesma panícula, sendo pequenas e rosadas, polinizadas por insetos. Cerca de 70% das flores perfeitas não dão frutos, resultando em apenas uma ou duas nozes maduras por inflorescência (Berry; Sargent, 2011).

O fruto verdadeiro da árvore é a noz ou castanha em formato de rim, de casca dura, de cor verde e que depois torna-se marrom acinzentada; se desenvolve na ponta de um caule carnudo. Conforme a castanha vai amadurecendo, o pedúnculo se desenvolve para formar um pseudofruto vistoso, em forma de pera, de casca lisa, suculento, que varia de coloração, podendo ser vermelho, laranja, amarelo ou bicolor, e utilizado e/ou consumido como fruto carnoso (Figura 3). O ganho de massa do pseudofruto pelo acúmulo de nutrientes faz com que

o com que o conjunto caju/castanha se desprendem da planta e caíam no solo quando atingido o auge da maturidade (Morton, 2003).

Figura 3-Fruto e pseudofruto do cajueiro



Fonte: Próprio autor.

É uma árvore perene, ou seja, com ciclo de vida superior a dois anos, início aproximado do ciclo reprodutivo da planta é de 3 anos após a germinação. Esta cultura apresenta preferência por solos arenosos e bem drenados, é resistente e de crescimento rápido, com uma copa simétrica. É uma espécie adaptada a ambientes com presença de sais e apresenta grande adaptabilidade ao clima tropical e seco. Além disso, necessita de temperaturas tropicais para seu desenvolvimento, as baixas temperaturas afetam todo o seu desenvolvimento, sendo mais prejudicial nos períodos de floração e da frutificação da planta (Lim, 2012).

Devido a essas condições edafoclimáticas, a planta se adapta muito bem às regiões do Nordeste do Brasil, a qual é considerada como a região detentora da maior área plantada da espécie, principalmente nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, nas faixas litorâneas

e de transição com outros ecossistemas. Essa região é marcada por períodos de longa estiagem, inferindo que a espécie apresenta ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas (Sousa *et al.*, 2007). Além do Brasil, também é cultivado em países como Vietnã, Índia, Nigéria, Indonésia, Filipinas, Benin, Guiné-Bissau e Costa do Marfim (Brito; Silva; Rodrigues, 2018).

2.4.2 Relevância socioeconômica do cultivo do cajueiro e aproveitamento do caju

A cultura do cajueiro é uma atividade muito importante para o Brasil, em especial no Nordeste, pelo fato de sua safra ocorrer primordialmente no segundo semestre, ou seja, no período de entressafra das culturas anuais para consumo próprio das famílias, sendo responsável pela geração de 250 mil empregos diretos e indiretos (Embrapa, 2020). Em 2022, a produção nacional da castanha de caju foi de 146.603 toneladas, das quais 95.758 toneladas foram produzidas no estado do Ceará, que lidera em primeiro lugar como um dos maiores produtores, e com aumento de 52% em comparação à safra anterior, além de ser considerado como um dos detentores da maior área plantada de cajueiro (Embrapa, 2023). Como pode ser visto em um trabalho realizado ao longo desta pesquisa que destaca aspectos socioeconômicos associados ao cultivo do cajueiro no estado do Ceará (Anexo A). Seu cultivo abrange todo o litoral, e estende-se a diversos municípios do semiárido, constituindo uma das poucas e rentáveis opções de exploração da agricultura local e regional (Ematerce, 2019). Além disso, estudos mostram que além da representatividade econômica, a espécie *A. occidentale* também apresenta relevância do ponto de vista etnofarmacológico para diversas partes da planta (Anexo A, B).

O caju é responsável por 90% da massa da fruta, apresenta coloração que varia do amarelo ao vermelho (Brito; Silva; Rodrigues, 2018). Essa parte do fruto é utilizada principalmente para a produção de sucos, polpas, doces, cajuína, entre outros produtos (Brainer; Vidal, 2018). No entanto, estudos demonstram que em diversos países, inclusive no Brasil, a castanha é melhor aproveitada e colhida como o produto da safra, enquanto boa parte do caju é descartada como um resíduo ou empregada para a alimentação animal (Das; Arora, 2017). Quando comercializado, o caju é utilizado principalmente para a produção de sucos, polpas, doces, cajuína, entre outros produtos (Brainer; Vidal, 2018). Em 2022, foram produzidos no estado do Ceará 818.569 toneladas de caju, das quais 472.527 foram advindas do cajueiro-anão. Além disso, destaca-se o caju de mesa, que tanto agrega valor à cajucultura, bem como possibilita que os consumidores tenham acesso ao fruto *in natura*. A produção de caju de mesa foi de 14.809 toneladas, valor 9,5% maior que o ano de 2021 (Embrapa, 2022).

Em suma, na maioria das vezes essa parte do cajueiro é desperdiçada e contribui para o baixo valor de produção da cajucultura, pois quase toda a receita gerada provém da comercialização da castanha (Brainer; Vidal, 2020). No entanto, no decorrer dos últimos anos têm se observada a busca pelo melhor aproveitamento dessa parte do cajueiro, que se deve à sua composição química, por exemplo (Brainer, 2021).

2.4.3 Características fitoquímicas do caju

Diversos estudos têm descrito a caracterização química, bem como a análise estrutural do caju a partir do suco da polpa ou de extratos e frações através de diferentes métodos e demonstrado os compostos químicos presentes no caju, no qual tem sido evidenciada a presença de compostos fenólicos, carotenoides, entre outros grupos de constituintes químicos, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3-Composição química do caju

Grupo de compostos	Tipo do material analisado	Tipo/Metabólitos	Referência
Aminoácidos	Suco	Alanina Serina Fenilalanina Leucina Ácido glutâmico Ácido aspártico Prolina Tirosina	OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2002
Carboidratos	Extrato do caju	Arabinose Galactose Glicose Ácido urônico	TAMIELLO-ROSA <i>et al.</i> , 2019 SABINO <i>et al.</i> , 2020
Carotenoides	Polpa	13-cis- β -caroteno cis-Amteraxantina cis-Violaxantina Luteína Xantofilas cis-Neoxantina Zeaxantina Zeinoxantina α -Caroteno Palmitato β -criptoxantina	DE ABRE <i>et al.</i> , 2012 SCHWEIGERT <i>et al.</i> , 2016

Compostos fenólicos	Caju e fibra do caju	Ácido anacárdico	TREVISAN <i>et al.</i> , 2006
		Ácido gálico	
	Pele e polpa	Ácido-cumaríco conjugados	HODJEHOUN-MESTRES <i>et al.</i> , 2009
		Ácido elágico	
		Glicosídeos de Antocianina	
		Digaloil glicosídeo	BRAGA <i>et al.</i> , 2021
		Cinamolil glicosídeo	
Compostos voláteis	Extrato	Ésteres	BICALHO <i>et al.</i> , 2000
		Terpenos	
		Hidrocarbonetos	
		Ácidos graxos	
		Aldeídos	
		Álcoois	
		Lactonas	
		Cetonas	
		Fenóis	
		Norisoprenóides	
Flavonoides	Bagaço do caju	Antocianina	DE BRITO <i>et al.</i> , 2007
		Quercetina	
		Miricetina	
		Isorhamnetin-O-hexoside	

Minerais	Suco	Cálcio Fósforo Magnésio Potássio	LOWOR; AGYENTE-BADU, 2012
		Cobre Ferro Manganês Sódio Zinco	DEENATH <i>et al.</i> , 2015
Vitaminas	Suco	Vitamina C	LOPES <i>et al.</i> , 2012

Fonte: Elaborado pelo autor.

O pseudofruto pode apresentar diferentes pigmentações na cor da casca, podendo variar de amarela, laranja e/ou vermelha, as quais estão relacionadas com os índices de carotenoides presentes nesta parte do cajueiro. Esses compostos se caracterizam como o grupo mais comum de pigmentos dos vegetais e frutas (Vilaño; García-Viguera; Mena, 2016). Schweiggert *et al.* (2016) analisando a composição de carotenoides de caju com casca de cor amarela, laranja e vermelha identificaram a presença de diferentes tipos de carotenoides e ésteres de carotenoides, além da presença de compostos fenólicos e flavonoides.

Análises da composição de vitamina C indicam que o suco fresco possui 5x mais vitamina C (203 mg/100 ml de suco) em relação a outras frutas cítricas (33,7 mg/100 ml), e 4x mais do que o suco de laranja doce (54,7 mg/100 ml) (Akinwale, 2000). Além disso, no que se refere à composição monossacarídica, diferentes frações pécticas do extrato aquoso do caju revelaram a presença de ramnose, arabinose, galactose e resíduos de ácido urônico (Tamiello-Rosa *et al.*, 2019). Esses resultados corroboram com os de Sabino *et al.* (2020), no qual foram extraídos polissacarídeos e frações polissacarídicas a partir da pele, da fibra e da polpa do caju com água ultrapura e foi demonstrada por meio da análise de espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) a presença de arabinose, galactose e glicose, ácido urônico e a presença de unidades furanosídicas de α -arabinose na porção péctica (Sabino *et al.*, 2020).

Os constituintes químicos presentes no caju como carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides estão associados com diversas atividades biológicas, como antioxidante (Rufini *et al.*, 2010) e gastroprotetora (Goulart *et al.*, 2021). Além disso, os dados de composição química reforçam os benefícios da utilização do caju na alimentação e da relevância que se tem do seu total aproveitamento, tendo em vista que do processo de produção de polpa do caju, é gerado um resíduo sólido, conhecido como bagaço, que corresponde a cerca de 15% da massa inicial do pedúnculo, e que representa um dos principais resíduos agroindustriais da indústria do processamento do caju.

2.4.4 Estudos de avaliação da utilização da fibra do caju na produção de alimentos

Durante o processamento do caju para a fabricação de sucos, uma grande proporção de resíduos é gerada. O subproduto gerado por essa operação é uma fibra lignocelulósica (Figura 4), que apresenta baixo valor agregado e que geralmente é descartada (Sucupira *et al.*, 2020).

Figura 4-Bagaço do caju proveniente do processamento de polpas



Fonte: Próprio autor.

No entanto, diversos estudos vêm demonstrando potencial de bioprospecção para esse material, na indústria alimentícia, na fabricação de hambúrguer vegetal (Lima *et al.*, 2013), por exemplo. No estudo de Pinho *et al.* (2011), a adição de 10,7% de fibra de caju na produção de hambúrgueres não alterou significativamente as características sensoriais em termos de sabor, e resultou em um produto com alta qualidade nutricional, com alto teor de fibras e baixo teor de gordura. Assim como foi demonstrado em um estudo utilizando a fibra de caju lavada, por exemplo, foi avaliada como substituto de gordura nos parâmetros físico-químicos, textura instrumental e sensorial de hambúrgueres de frango. Os resultados indicaram que a substituição da gordura por fibra de caju não afetou ($p>0,05$) os teores de umidade, proteína, cinzas, e o teor de lipídeos foi reduzido. Além disso, os valores de aparência, textura, sabor, suculência e impressão geral dos hambúrgueres de frango adicionados à fibra de caju lavada não foram diferentes ao grupo controle ($P>0,05$), bem como a adição da fibra de caju aumentou o rendimento de cozimento e diminuiu o valor energético, sendo então considerado um substituto

viável de gordura para a fabricação de hambúrguer de frango (Guedes-Oliveira *et al.*, 2016). Também tem sido avaliada a substituição da farinha de trigo por farinha obtida do caju, na produção de biscoitos e de bolos, na qual foi evidenciada que foi possível a obtenção de produtos com ingrediente alimentício de valor agregado dentro dos padrões de qualidade e aceitação (Uchoa *et al.*, 2009; Adegunwa *et al.*, 2020).

Além disso, estudos indicam o potencial do bagaço do caju na produção de alimentos funcionais com destaque para a produção de prebióticos e probióticos, como pode ser visto em um estudo realizado por nosso grupo (Anexo C), além disso, atividade antioxidante do extrato hidroalcoólico (Beoinizi *et al.*, 2008), e gastroprotetora do extrato padronizado (Goulart da Silva *et al.*, 2021), corroborando assim para a compreensão dos benefícios que esse material pode promover para a saúde. Além disso, a utilização da fibra do caju representa uma alternativa para quem apresenta restrições à proteína animal, para veganos e vegetarianos (Brainer, 2021).

2.4.5 Estudos sobre avaliação do subproduto do caju em parâmetros metabólicos

Diversas partes da espécie *A. occidentale* têm sido avaliadas em parâmetros de síntese metabólica, como pode ser visto no Anexo C. O resíduo agroindustrial (bagaço do caju) apresenta alto teor de fibra dietética (cerca de 209 g kg⁻¹ d.m), com cerca de 88% de fibra do tipo insolúvel, o que sugere que este material pode atuar na prevenção de desenvolvimento de danos decorrentes de uma dieta hipercalórica (Rufino *et al.*, 2010; Chang *et al.*, 2017). Durante o processamento do caju para a fabricação de sucos, uma grande proporção de resíduos é gerada. Em relação à avaliação das fibras obtidas do processamento do caju, estudos têm se detido a avaliar o potencial deste material em modelos de obesidade (Carvalho *et al.*, 2019).

No trabalho de Carvalho *et al.* (2018) foi demonstrado que a suplementação com fibra proveniente do bagaço do caju sem metabólitos de baixo peso molecular para camundongos submetidos à dieta isocalórica, atuou prevenindo o aumento da gordura abdominal, reduzindo os níveis séricos de triglicerídios e colesterol, além de ter diminuído a glicemia e os níveis do hormônio grelina.

Em outro estudo de Carvalho *et al.* (2019) foi analisado o efeito da fibra do bagaço de caju sem metabólitos de baixo peso molecular em camundongos submetidos à dieta hipercalórica e à suplementação de 10% da fibra do caju. Observou-se que a suplementação com o subproduto do caju atuou controlando o apetite. Além disso, preveniu a hiperglicemia, hiperinsulinemia, hipertrigliceridemia, além de ter prevenido danos hepáticos e processo

inflamatório em decorrência de uma dieta rica em gordura, a qual os animais foram submetidos.

Os autores atribuem que o estado de prevenção da obesidade ocorreu por meio de modulação intestinal, enzimática e da resposta inflamatória, e destacam que esse tipo de fibra pode ser utilizado como ingrediente para produtos alimentícios mais saudáveis. Além disso, os estudos com fibras provenientes do caju têm atribuído o efeito antiobesidade a presença de ácidos graxos de cadeia curta presentes nas fezes dos animais tratados com rações suplementadas com a fibra do caju, a qual foi investigada por meio de análise metabólica por Ressonância Magnética Nuclear

Analisando o efeito da suplementação com subproduto do caju na saúde intestinal e no metabolismo lipídico de ratas com dislipidemia induzida por dieta hipercalórica, foi demonstrado redução do peso corporal dos animais avaliados em um período de 28 dias, além de ter preservado as células do cólon e do fígado dos danos causados pela dieta hiperlipídica, bem como esteve relacionado com a produção de ácidos graxos de cadeia curta (Batista *et al.*, 2018).

Além dos estudos com o bagaço do caju, Beejmohun *et al.* (2015) a fim de avaliar o efeito de prevenção do extrato hidroalcoólico do caju em camundongos submetidos a uma dieta rica em gordura, evidenciou que o extrato hidroalcoólico do caju reduziu significativamente o ganho de massa corporal e o armazenamento de gordura hepática e no tecido peri-epididimal de camundongos obesos. Destaca-se ainda que, a insulina e a resistência à insulina foram significativamente reduzidas em relação ao grupo controle.

3 JUSTIFICATIVA

Considerando o grande problema de saúde pública que a obesidade representa e que contribui para o desenvolvimento de diversos outros problemas de saúde, juntamente com a necessidade de reaproveitamento de muitos resíduos de frutas que são fontes de compostos bioativos e de fibra alimentar, compreende-se que é importante avaliar o efeito de resíduos de frutas ricas em fibras na suplementação de dietas e seus efeitos sobre os parâmetros avaliados. Ressalta-se ainda que a utilização de subprodutos vegetais, como o bagaço do caju, que é uma fonte de diversos compostos fitoquímicos, além de representar uma proposta de valorização integral das plantas, pode resultar em efeitos positivos na sustentabilidade econômica e ambiental da agroindústria (Kowalska *et al.*, 2017).

Além disso, diante da grande representatividade que o caju representa para o Brasil e especialmente para o estado do Ceará, e perante a sua composição fitoquímica e como fonte de fibra alimentar, além de seu potencial biotecnológico, que também é evidenciado pela utilização da fibra na produção de alimentos, compreende-se que se faz importante realizar a investigação do subproduto do processamento do caju em atividades biológicas e em diferentes mecanismos, como é o caso sobre o sistema gastrointestinal.

Conforme visto na revisão de literatura, os trabalhos têm utilizado o bagaço do caju na suplementação alimentar em modelos de obesidade induzida por dieta hipercalórica por períodos de 15 semanas e sobre parâmetros bioquímicos, utilizando camundongos (Carvalho *et al.*, 2017; 2018). No entanto, ainda não há estudos na literatura avaliando o efeito da fibra do caju sobre o esvaziamento gástrico. Outro diferencial e justificativa para realização do presente trabalho é a análise de diferentes percentuais de fibra na suplementação da ração de ratas, durante 5 semanas, e de seus efeitos sobre parâmetros murinométricos, bioquímicos e hematológicos que podem inferir sobre dados de alterações metabólicas.

4 HIPÓTESE CIENTÍFICA

O consumo de dietas suplementadas com diferentes percentuais de fibra alimentar da farinha do bagaço do caju atua de forma benéfica em parâmetros murinométricos, composição corporal, bioquímicos, hematológicos e no esvaziamento gástrico em ratas.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da ingestão de ração enriquecida com diferentes percentuais de fibra do caju em protocolo experimental sobre parâmetros de consumo alimentar, murinométricos, bioquímicos, hematológicos e no esvaziamento gástrico em ratas *Wistar*.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar a composição centesimal da farinha obtida do bagaço do caju;
- Avaliar os efeitos da ração padrão suplementada com farinha do bagaço do caju em diferentes concentrações (7,5%, 10% e 12,5%) de fibras sobre os seguintes parâmetros:
 - ✓ Consumo de água e ração, bem como o ganho de peso;
 - ✓ Murinométricos: avaliação do ganho de peso, Índice de Lee;
 - ✓ Composição corporal por bioimpedância: água corporal total (ACT), fluido extracelular (FE) e intracelular (IF), massa gorda (MG) e massa magra (MM);
 - ✓ Bioquímicos: glicose, colesterol total, lipoproteína de alta densidade, lipoproteína de baixa densidade, triglicerídeos, Aspartato aminotransferase (AST), Alanina aminotransferase (ALT), ureia e creatinina; fosfatase alcalina proteínas totais, albumina;
 - ✓ Hematológicos: Hemoglobina (HB); hematócrito (HT); volume corpuscular médio (VCM); Hemoglobina corpuscular média (HCM); concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM); Curva de distribuição das hemácias de acordo com o volume eritrocitário (RDW-SD); Coeficiente de variação da média do volume das hemácias (RDW-CV); volume plaquetário médio (VPM); leucócitos, linfócitos e contagem de plaquetas;
 - ✓ Esvaziamento gástrico por retenção fracional do corante vermelho de fenol;

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Aspectos éticos

O presente trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal do Ceará (CEUA/UFC), sob protocolo de aprovação nº9423300622 (Anexo E), e os experimentos foram realizados segundo resoluções do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

6.2 Obtenção do bagaço de caju

O bagaço de caju foi doado pela empresa Alê Polpas, localizada na cidade de Baturité-CE (-4.390747848652033, -38.84721332411045) no período de julho a novembro de 2022. O material foi levado até o laboratório de Fitotecnia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). Foi realizada a separação e seleção do bagaço, os quais foram descartados materiais que aparentavam estar inapropriados.

6.3 Obtenção da farinha do bagaço do caju

O bagaço do caju foi imerso em água quente para o processo de branqueamento (imersão em água 100°C e a 0°C, por 1 min, respectivamente). Em seguida foi realizado o processo de prensagem e lavagem com água destilada utilizando uma peneira na proporção de 1:3 (massa: volume, por 5x), para diminuição do sabor residual do caju e diminuição da umidade. Em seguida, a fibra foi seca em estufa com circulação de ar (60°C/24h). Após a secagem foi realizada a trituração em moinho de facas para a obtenção do material com aspecto farináceo.

6.4 Análise da composição centesimal da farinha do caju

As análises da composição centesimal da farinha do bagaço do caju foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, com base nos protocolos da *Association of Official Analytical Chemists* – AOAC (2016). Foram determinados os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, valor calórico total e de fibras. Foi utilizado 2 g de amostra para cada análise, as quais foram realizadas em triplicata.

6.4.1 Teor de umidade

Para a determinação do teor de umidade, 2 g de amostra foram pesadas e colocadas em cadinhos de porcelana previamente pesados. As amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçada por 16 h. a 105°C. Após esse período, as amostras foram transferidas para um dessecador contendo sílica gel por aproximadamente 30 min. Em seguida, os cadinhos contendo as amostras foram pesados com base no método 925.10 da AOAC (2016).

6.4.2 Teor de cinzas

As amostras utilizadas na determinação de umidade foram reutilizadas para a determinação do teor de cinzas, as quais foram submetidas à calcinação em mufla a 550 °C por 3 horas. As amostras permaneceram no equipamento e em seguida foram colocadas no dessecador por aproximadamente 30 min. Posteriormente, os cadinhos contendo as amostras foram pesados de acordo com o método 923.03 (AOAC, 2016).

6.4.3 Proteínas

Aproximadamente 0,3 g de amostra foram colocadas em folhas de papel filtro e transferidas para um tubo digestor. Em seguida, foram adicionados 25 mL de ácido sulfúrico e 6 g da mistura catalizadora (dióxido de titânio anidro, sulfato de cobre anidro e sulfato de potássio anidro, nas proporções de 0,3/0,3 e 0,6, respectivamente). Os tubos foram aquecidos no digestor a 320 °C, em câmara de exaustão, até que a solução se tornasse azul-esverdeada e livre de material não digerido (pontos pretos). Após isto, foram mantidos por mais uma hora e, em seguida, deixadas esfriar. Os tubos contendo as amostras digeridas foram transferidos para um sistema automático de destilação Kjeldhal e adicionadas 5 gotas de indicador fenoftaleína e 15 mL de NaOH 60%. A parte afiada do destilador foi imersa em 25 mL de ácido bórico 0,05 M, contido em um Erlenmeyer de 250 mL com três gotas do indicador de vermelho de metila. O processo de destilação foi dado prosseguimento até obter cerca de 100 mL de destilado. O material destilado, de coloração azul clara, foi titulado com solução de ácido clorídrico 0,05 M previamente padronizada (fator de correção = 0,114), até atingir coloração laranja.

O teor de proteínas das amostras foi expresso em percentual e calculado de acordo com a seguinte equação, em que V= volume de ácido clorídrico 0,05 M (multiplicado pelo seu fator de correção); P= número de gramas da amostra; e F= fator de conversão de nitrogênio em proteína (6,25), conforme o método 920.87 da AOAC (2016).

6.4.4 Lipídios

Um peso de 2 g da amostra foi colocado em folhas de papel filtro, em seguida foram transferidas para um extrator Soxhlet, acoplado a um balão de fundo redondo (previamente pesados). O volume da câmara extratora foi completado pela adição de aproximadamente 150 mL de n-hexano. Um condensador foi adaptado na parte superior do extrator e o frasco foi mantido aquecido em chapa elétrica por 6 h. Ao final do processo de extração, o papel filtro em cada amostra foi retirado e descartado. Os balões foram colocados em estufa por 16 h. Em seguida, foram transferidos para um dessecador por 30 min, e após esse período, foram pesados em balança analítica. O teor de lipídios foi calculado pela diferença entre a massa inicial da amostra e a quantidade extraída contida no balão, conforme o método Am 5-04 da AOAC (2016).

6.4.5 Carboidratos

A porcentagem de carboidratos foi calculada pela diferença com base na seguinte fórmula: $C100\% = 100 - (U + C + L + P)$, U= umidade 9%); C= cinzas (%); L=Lipídios (%); e P= teor de proteína (%), conforme a metodologia da AOAC (2016). O valor do teor total de carboidratos contidos na amostra corresponde à soma dos carboidratos amiláceos e carboidratos não digeríveis.

6.4.6 Valor calórico total

Para o cálculo do valor calórico considerou-se o valor de combustão e a digestibilidade a partir dos teores de carboidratos, proteínas e lipídeos, de acordo com o sistema Awater. A determinação foi feita com base na seguinte equação: $VC = (4.P) + (4. (C-FD) + (9.L)$, no qual VC = valor calórico (Kcal); P = proteínas totais (g); C = carboidratos (g); FDA = fibra dietética (g); L=Lipídeos (g) (FAO, 2003; Unicamp, 2011).

6.4.7 Determinação de fibra alimentar total

A análise de fibra alimentar total (FAT) foi realizada no Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, com base na metodologia da AOAC 99.321 (2007), que se baseia em análise gravimétrica não enzimática.

Para determinação do teor de FAT, 2 g de amostra foram adicionadas a 20mL de água deionizada e em seguida realizada a solubilização em água colocando a amostra em banho-maria a 37 °C por 90 min. Passado esse período, foi adicionado 100 mL de etanol 95%, aquecido

a 65 °C, e permaneceu em agitação por 1h para a precipitação da fibra alimentar solúvel. Em seguida, foi feita a filtração sob vácuo em cadinho de vidro contendo 500 mg de celite. O resíduo foi então lavado duas vezes com 20 mL de etanol 78% (v/v) e uma vez 10 mL de etanol e com 10 mL acetona 95% (1x). Após as lavagens, os cadinhos foram secos em estufa a 105°C por 12h. Em seguida, foram colocados em dessecador por 2h e pesados para obtenção do resultado calculado com base na seguinte expressão: Fibra alimentar total (%) = $(RT - P - C - BT) * 100/m$; onde: RT= resíduo total da amostra, BT= resíduo total do branco, C= cinzas da amostra, m= massa da tomada da amostra e P= teor de proteínas.

6.5 Animais

24 Ratos da linhagem Wistar (*Rattus norvegicus*), fêmeas com idade 60 dias recém desmamadas foram obtidas do Biotério Central da Universidade Federal do Ceará. Os animais foram aclimatados no Laboratório-Escola Luiz Capelo da Universidade Federal do Ceará e foram mantidos em condições controladas de iluminação (12 h de luz -12 h de escuro), temperatura média de 23 ± 1 °C, umidade de $55 \pm 5\%$, recebendo água e ração *ad libitum*. Os protocolos experimentais foram iniciados quando os animais obtiveram pesagem a partir de ~180 g.

6.6 Preparação das rações suplementadas com farinha do bagaço de caju

Os procedimentos de produção da ração descritos abaixo foram realizados no Laboratório de Farmacotécnica na Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará.

As dietas foram produzidas a partir da ração padrão para roedores (Presence®) e bagaço do caju. Os dados da composição centesimal foram utilizados para caracterizar a composição de cada respectiva ração contendo fibra alimentar já contida na ração padrão (5%) juntamente com farinha do bagaço do caju para atingir os seguintes percentuais (7,5%; 10% e 12,5%) com a ração padrão.

Para a preparação das rações, a farinha de caju foi acrescentada à ração padrão previamente triturada em moinho de facas, de acordo com a respectiva quantidade necessária para obtenção de cada grupo. Esses componentes foram misturados inicialmente em um homogeneizador, a fim de misturar a farinha do bagaço de caju e a ração padrão (1:1, 10 min). Após a homogeneização, o material foi misturado com o restante da ração padrão em batedeira industrial até a completa homogeneização dos dois materiais. Foi acrescentado carmelose a 2 %,

atuando como agente agregante, em quantidade suficiente para promover aglutinação da ração. Em seguida, o material foi submetido à extrusão da massa para confecção dos *pellets*, de modo a deixá-lo em formato da ração convencional para a posterior disponibilização aos animais.

A ração destinada ao grupo controle também foi submetida aos mesmos processos de trituração, aglutinação e extrusão para simular todos os procedimentos feitos no preparo da ração modificada. Em seguida, cada uma das quatro rações foi submetida à secagem em estufa (40 °C, 48 h), com o objetivo de eliminar a umidade contida no agente agregante.

6.7 Avaliação da suplementação de dietas com farinha do bagaço do caju

A avaliação de medição de consumo de água e ração foram realizadas diariamente no turno da manhã entre 9h -11h, utilizando uma balança eletrônica digital, marca Filizola capacidade máxima 6 kg (menor divisão 20 g).

6.7.1 Análise do consumo de ração e água

O consumo alimentar e de água foram medidos diariamente para obtenção da média de ingestão semanal durante o período de cinco semanas. Os resultados foram registrados em uma planilha no Microsoft Excel, para o cálculo do consumo semanal de alimentos (g/semana) e da ingestão de água (mL/semana) considerando a diferença em gramas e mL de ração e água, respectivamente, ofertadas e a quantidade restante.

6.7.2 Avaliação murinométrica

6.7.2.1 Análise do peso corporal

Diariamente e durante todo o período do protocolo experimental, os animais foram colocados individualmente em um recipiente para serem pesados utilizando uma balança eletrônica digital, marca Filizola, capacidade máxima 6 kg (menor divisão 20 g). Para avaliação da massa corporal foi utilizada a fórmula (Delta - $\Delta\%$ = [(peso final - peso inicial/peso inicial) x 100]) de acordo com a metodologia de Zambom et al., (2009).

6.7.2.2 Avaliação do Comprimento Nasoanal, índice de Lee e bioimpedância

As avaliações murinométricas (Comprimento Nasoanal-CNA e índice de Lee) e de bioimpedância foram realizadas no dia 0 (distribuição dos animais de cada grupo) e no dia 35 (último dia do experimento). As ratas foram anestesiadas com mistura de cetamina e xilazina (80mg/kg e 10mg/kg, respectivamente), por via i.p. Para determinação de comprimento, cada

animal foi medido com base na distância entre o focinho e a base da cauda (comprimento nasoanal-CNA) utilizando uma fita métrica, com o animal na posição de prona. (Figura 5). Com base nessas medidas foi calculado o Índice de Lee, de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Índice de Lee} = \frac{3\sqrt{\text{Peso}(g)}}{\text{CNA}(cm)}$$

Para analisar a composição corporal, os animais foram avaliados por meio da técnica de Espectroscopia de bioimpedância (ImpediVet Vet BIS 1 Impedmed[®], a qual foi medida pela passagem de uma pequena corrente elétrica utilizada para determinar a água corporal total (ACT), fluido extracelular (FEC) e intracelular (FIC), massa livre de gordura (MM) e massa gorda (MG) em ratos (Smith *et al.*, 2009). Cada animal, foi colocado sobre uma superfície não condutora (Figura 5), em seguida foram inseridas a ponta de quatro agulhas nas seguintes regiões: subdermicamente ao longo da linha média dorsal, entre os olhos, anteriormente ao pavilhão auricular, na região sacro-caudal e na linha da base da cauda. As agulhas foram anexadas aos eletrodos e o teste realizado conforme descrito pelo “*ImpediVet Rodent Measurement Guide*”.

Figura 5-Posicionamento do animal para análise murinométrica e de bioimpedância



Fonte: Próprio autor

6.7.3 Avaliação do perfil bioquímico hematológico

Para avaliação do perfil bioquímico e hematológico foram coletadas amostras de sangue através do plexo infraorbital com o auxílio de tubo capilar (micro hematócrito). Para análise bioquímica, as amostras de sangue foram coletadas em tubos heparinizados e o plasma obtido por centrifugação (3500 rpm/15 min) e armazenado sob refrigeração para a posterior realização das determinações de: glicose (GL), colesterol total (CT), HDL-c (Lipoproteína de Alta densidade), LDL-c (Lipoproteína de Baixa Densidade), TG (Triglicérides), ureia (UR) e creatinina (CR), aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), fosfatase alcalina, albumina e proteínas totais. Os níveis de CT, LDL-c, HDL, TG, UR e CR foram expressos em miligramas por decilitro. As concentrações séricas de LDL-c foram calculadas utilizando os níveis de Friedewald; Levy; Friedrickson (1972), pela seguinte fórmula: $LDL-c = CT - HDL - TG/5$. As atividades das enzimas de AST e ALT foram expressas em unidades internacionais por litro, conforme metodologia de Huang et al., (2006). As análises bioquímicas foram realizadas utilizando kits comerciais Labtest seguindo os protocolos descritos pelo fabricante e as leituras foram realizadas utilizando espectrofotômetro semiautomático Labquest.

Os parâmetros hematológicos avaliados: Hemoglobina (HB); hematócrito (HT); volume corpuscular médio (VCM); Hemoglobina corpuscular média (HCM); concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM); Curva de distribuição das hemácias de acordo com o volume eritrocitário (RDW-SD); Coeficiente de variação da média do volume das hemácias (RDW-CV); volume plaquetário médio (VPM); leucócitos, linfócitos e contagem de plaquetas; os quais foram determinadas logo após a coleta por meio de um analisador automático de células hematológicas no Laboratório de Análises Clínicas e Toxicológicas do Prof. Dr. Eurico Litton Pinheiro de Freitas -LACT da UFC.

6.7.4 Avaliação do esvaziamento gástrico

Os testes de avaliação do esvaziamento gástrico foram realizados no Laboratório Escola Luiz-Capelo do Departamento de Fisiologia e Farmacologia da UFC.

Os testes de análise sobre o esvaziamento gástrico foram realizados conforme a técnica de diluição de corante (Reynell; Spray, 1956). Os animais receberam por via orogástrica 1,5 mL da refeição teste (solução glicosada a 5% contendo vermelho de fenol, 0,75 mg/mL). Após o período pós-prandial de 08 min, e sob anestesia com xilazina (10 mg/kg) e cetamina (80 mg/kg), por via i.p (intraperitoneal), os animais foram submetidos a laparotomia mediana

seguida de ligaduras obstrutivas no piloro e na cárdia para retirada do estômago e entre o íleo e ceco para separação dos intestinos. As vísceras foram distendidas sobre superfície plana e realizado o isolamento e separação do estômago e das porções do intestino. O intestino delgado foi dividido em três segmentos: proximal (40% iniciais e que corresponde ao duodeno e região proximal do jejuno); medial (30% referente aos outros segmentos do jejuno) e distal (30% finais consistindo pelo íleo).

Em seguida, o estômago e cada segmento intestinal foram colocados em uma proveta graduada contendo 100 mL de NaOH a 0,1 N, para medição do volume. Os segmentos foram fragmentados e homogeneizados com auxílio de um mixer. Em seguida, foram retirados 10 mL de sobrenadante para centrifugação (2800 rpm por 10 min). Após a centrifugação, foram coletados 5 mL de sobrenadante e acrescentados 0,5 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA- 20%), com o objetivo de precipitar as proteínas teciduais. O material foi novamente centrifugado (2800 rpm por 15 min). Foram retirados 3 mL de sobrenadante, aos quais foram adicionados 4 mL de NaOH a 0,5 M. Para determinação da absorbância, as amostras foram lidas a 560 nm em um leitor de microplacas (FLUOstar OPTIMA-BMG LABTECH).

Uma curva de diluição padrão foi obtida no experimento relacionando a concentração de vermelho de fenol em NaOH 0,1 N à absorbância de 560 nm. O coeficiente linear da curva de diluição padrão foi estabelecido e utilizado para determinar a concentração lida a 560 nm e a quantidade de vermelho de fenol recuperada de cada segmento. A porcentagem de recuperação de vermelho de fenol em cada segmento foi determinada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Retenção Fracional do Segmento} = \frac{\text{Retenção Segmento (X)}}{\text{Retenção Estômago} + \text{Retenção Intestino}} \times 100.$$

6.8 Análise estatística

Os dados coletados foram tabulados em planilhas eletrônicas no *Microsoft Excel*[®]. As análises estatísticas foram realizadas pelo *Software GraphPad Prism 8.0.2*. Os dados foram analisados pelo teste Shapiro Wilk para verificação da distribuição normal dos dados e assim determinar o uso dos testes paramétricos e não paramétricos.

Para a comparação entre os grupos pareados, foi utilizado o teste de ANOVA *One way* para medidas repetidas e o teste de Tukey como post-hoc para os resultados paramétricos e os resultados expressos como $\pm$ Erro Padrão da Média. Para dados não paramétricos foram utilizados os testes de Fridman e de Kruskal-Wallis e Teste de Dun como post-hoc e os

resultados expressos como mediana (P25;P75). Os resultados foram expressos como média $\pm$ Erro Padrão da Média (EPM). Os valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Determinação da composição centesimal da farinha do bagaço do caju

Os valores de composição centesimal da farinha do bagaço do caju são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4-Composição centesimal da farinha do bagaço do caju

Nutrientes e energia	FBC
Umidade ¹ (%)	7,03
Cinzas ¹ (%)	1,15
Proteínas ¹ (%)	16,80
Lipídios ¹ (%)	7,58
Carboidratos (%)	67,44
Fibra total ² (%)	41%
Valor calórico	241,18

¹Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da UFC ¹

²Análise realizada no Laboratório de Biomateriais do Departamento de Engenharia de Alimentos da UFC.

FBC: Farinha do bagaço do caju.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Subprodutos derivados da casca, sementes e bagaço podem ser parcialmente substituídos por outras farinhas comerciais como alternativas mais nutritivas. Outra vantagem do uso de farinhas derivadas desses coprodutos é o aumento do tempo de distribuição e armazenamento dos produtos, devido à sua vida útil prolongada em relação aos produtos *in natura* (Piovesana; Bueno; Klajn, 2013).

Quando analisado o teor de umidade de 7,03%, compreende-se que esse valor foi considerado baixo e semelhante ao de farinhas de semente de jaca, laranja e melão, as quais apresentaram umidade na faixa de 7%. Além disso, esse resultado está dentro dos parâmetros da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anisa), que estabelece que para farinhas e farelos, a umidade máxima é de 15% (Anvisa, 2005). Além disso, baixo teor de umidade contribui para

manutenção das propriedades organolépticas e da qualidade microbiológica do material, garantindo assim sua qualidade (Cunha *et al.*, 2020).

Em relação ao teor de cinzas, em alimentos refere-se ao resíduo inorgânico remanescente da queima de matéria orgânica a elevadas temperaturas, indicando a matéria mineral. Valores discrepantes ao esperado podem indicar uma possível alteração no alimento, como por exemplo, a adição de areias em farinhas, para aumentar o rendimento. Nosso estudo revelou o teor de 1,15%, semelhante ao da farinha da acerola (1,76%), e aos estudos de Magalhães *et al.* (2021) e de Araujo *et al.* (2021), os quais a farinha do bagaço do caju apresentou teor de 1,14%

A FBC apresentou baixo teor lipídico (7,58%), quando comparado a farinhas de sementes de laranja (29%) e pêssego (39%) (Lima *et al.*, 2014). No que se refere ao teor proteico de 16,8%, a FBC pode ser considerada como uma boa fonte proteica, com valores similares ao de outras farinhas produzidas de subprodutos, como a farinha da semente de melão (17%), e da semente de jaca (20%). Além disso, em relação ao teor de carboidrato foi considerado superior ao de farinhas obtidas de sementes de frutas (Lima *et al.*, 2014). Apresentou-se ainda como uma boa fonte energética, a qual também pode ser observada com base no resultado da energia bruta de 4.905 (Cal/g).

Em relação ao valor de FAT, obteve-se o teor de 41%, resultado inferior ao encontrado por Pio (2021), a qual observou que a fibra do bagaço do caju seco a mesma temperatura (60°C) revelou teor de 47,83%. No estudo de Pio (2021), foi destacado que o valor para FAT encontrado também foi inferior aos resultados de outros estudos, o que a autora atribui ao método não enzimático-gravimétrico o qual foi utilizado. Estudos têm considerado que a utilização mais ideal para determinar o teor de FAT é a adoção do método enzimático-gravimétrico (Otálora *et al.*, 2023).

Além disso, o valor mais baixo no teor de FAT em nosso estudo pode ser explicado devido a utilização dos processos de lavagem e branqueamento para a obtenção do material. Garcia-Amezquita *et al.* (2018) destacam que durante a etapa de lavagem, ocorre a diminuição de compostos solúveis em água, como açúcares livres, cinzas e algumas proteínas, assim como alguns compostos como pectina e compostos como flavonoides associados à fibra podem ser perdidos. A prática da lavagem diminui a quantidade de fibra solúvel, mas é utilizada por promover a redução do valor calórico, bem como a diminuição da quantidade de açúcares e reduzir o escurecimento durante a secagem em estufa. Além disso, durante o processo de branqueamento ao qual foi empregado com a finalidade de remoção de compostos indesejáveis (açúcares, cinzas, partículas de sujeira), bem como de diminuição de possíveis microrganismos

potenciais e inativar enzimas proteolítica indesejáveis responsáveis pelo escurecimento, como polifenol oxidase e peroxidases. Também está associado com a redução de fibra solúvel.

Albuquerque *et al.* (2019) também utilizaram as etapas de lavagem e branqueamento nos subprodutos de maracujá, laranja, acerola e manga, considerando sua importância para garantia da qualidade durante a obtenção do material. Tendo em vista os benefícios promovidos pelo consumo de fibras na alimentação, a indústria alimentícia tem buscado continuamente novas fontes de fibras que possam ser utilizadas. Assim como, buscam que essas novas fontes apresentem baixo custo e que possuam propriedades específicas que permitam a obtenção de produtos alimentícios com características únicas (Garcia-Amezquita *et al.*, 2018).

Assim como é importante conhecer os teores nutricionais do material em estudo, é necessário saber sobre o seu valor calórico total, tendo em vista sua importância para a área da nutrição, permitindo conhecer assim as calorias ingeridas pelo consumidor (Magalhães *et al.*, 2011). A farinha do bagaço do caju apresentou valor calórico de 241,18 Kcal/100 g. Indicando uma boa fonte energética para a alimentação como observado em outros subprodutos no estudo de Bramont *et al.*, 2018).

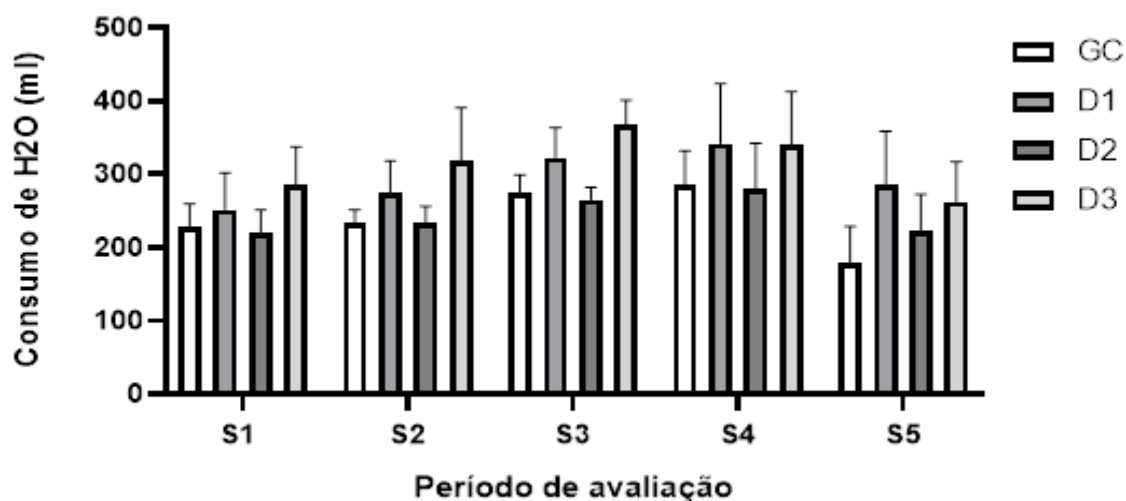
7.2 Análise da suplementação de dietas com farinha do bagaço do caju

7.2.1 Análise do consumo de água e ração

A grande similaridade e homologia entre os genomas dos roedores e dos humanos tornam esses modelos animais importante ferramenta para o estudo de condições que afetam os humanos e que podem ser simulados em ratos (Malafaia *et al.*, 2013). No presente estudo, investigou-se os efeitos de uma dieta padrão com 5% de fibra alimentar total *versus* dietas suplementadas com fibra alimentar da farinha do bagaço do caju (7,5%; 10% e 12,5%) sobre o padrão de consumo de água e de ração

Na Figura 6 estão representadas as médias dos valores de consumo de água em cada semana dos respectivos grupos, GC, D1, D2 e D3. Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) em relação ao longo das semanas e em relação ao tipo de dieta do grupo CT em relação ao grupo D3, e do grupo D2 em relação ao D3. Sendo observada uma variação de 22,80% em relação às semanas e de 24,91% quando analisado o consumo por grupos.

Figura 6-Consumo de H₂O ao longo das cinco semanas

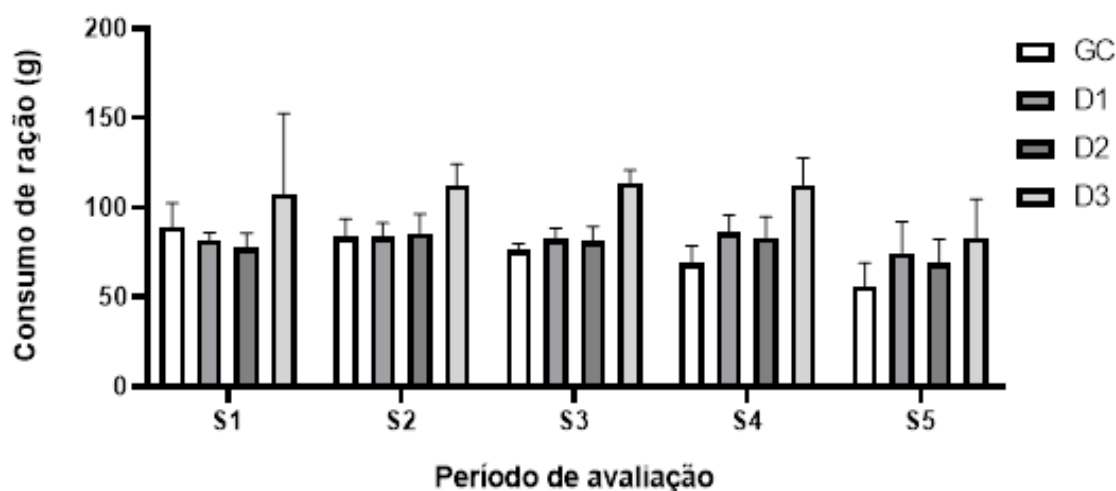


Consumo de água ao longo das 5 semanas do protocolo experimental. Os valores estão representados como média $\pm$ EPM. Análises pelo teste de ANOVA *Two way* seguido do teste de Tukey. GC: Grupo controle; D1: Dieta 1-ração padrão + farinha do bagaço do caju 7,5% de fibra alimentar; D2: Dieta 2-ração padrão + farinha do bagaço do caju 10% de fibra alimentar; D3: Dieta 1-ração padrão + farinha do bagaço do caju 12,5% de fibra alimentar. CG* vs D3, D2* vs D3.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao consumo de ração, ao observar a Figura 7, observa-se que houve diferença significativa entre os grupos GC vs D3, com $p=(0.0008)$ e D1 vs D3 ($p=0.0071$). Notando-se que o consumo de ração foi maior na dieta que continha maior quantidade de farinha do bagaço de caju, e consequentemente maior teor de fibra alimentar.

Figura 7-Consumo de ração ao longo das cinco semanas



Consumo de ração ao longo das 5 semanas do protocolo experimental. Os valores estão representados como média $\pm$ EPM. Teste ANOVA *Two way* seguido do teste de Tukey. GC: Grupo controle; D1: Dieta 1-ração padrão + farinha do bagaço do caju 7,5% de fibra alimentar; D2: Dieta 2-ração padrão + farinha do bagaço do caju 10% de fibra alimentar; D3: Dieta 1-ração padrão + farinha do bagaço do caju 12,5% de fibra alimentar. CG* vs D3, D1* vs D3. D2* vs D3.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Alguns estudos relatam um aumento de saciedade e na redução do apetite após o consumo de dietas ricas em fibras. No entanto, em nosso estudo observou-se que o grupo D3 (12,5%) apresentou um padrão de consumo de água e ração maior em relação aos outros grupos com menor teor de fibra (5%, 7,5% e 10%). Isto pode ser justificado pelo fato dos valores utilizados em nosso estudo não ultrapassaram as recomendações, assim como foi observado por Maia *et al.*, (2015), que utilizaram três diferentes rações com farinha de cubiu (*Solanum sessiliflorum*) (5% 25% e 50%).

Correlacionando o consumo de água e ração, observou-se que os grupos que apresentaram diferenças significativas em relação ao grupo controle, como o grupo D3 apresentou maior consumo de água e ração concomitantemente. A relação entre água e fibra alimentar, está diretamente relacionada, pois para que exerçam seus benefícios, tanto fibras solúveis quanto do tipo insolúveis necessitam associar-se à água, bem como impactam na formação das fezes. Fibras formadoras de gel apresentam alta capacidade de retenção de água que resiste à desidratação no intestino grosso. As fibras do tipo insolúvel podem apresentar um efeito mecanicamente irritante na mucosa do intestino grosso, estimulando a secreção de água e muco (Johson Nicola, Mckeven, 2017).

Diante disso, pode-se inferir que este fato pode explicar o maior consumo de ração e, consequentemente, maior consumo de água pelo grupo D3, tendo em vista que os animais deste grupo estavam submetidos a uma dieta com maior teor de fibra. Vale ressaltar que ao analisar visualmente as fezes dos animais das dietas D1, D2 e D3, o aspecto mais mole e de fezes lisas e macias, de acordo com o que é definido pela escala de Bristol, é atribuído ao consumo adequado de fibras e água (Santos *et al.*, 2017).

É importante destacar que o consumo de fibras e sua relação com a saciedade, dependem fortemente de características como a viscosidade que determinado tipo de fibra alimentar apresenta. Em um estudo, Lima *et al.* (2014) encontram um valor de 61,21% de fibra alimentar, dos quais 13,25% eram solúveis e 47,96% do tipo insolúvel. Esses dados se fazem importantes, pois as características da solubilidade das fibras têm forte relação com seus efeitos fisiológicos. Um estudo de Rasomanana *et al.* (2013), ao avaliar os efeitos de fibras com baixa e alta viscosidade observaram que os camundongos alimentados com fibras viscosas tiveram uma saciedade maior, do que os com de baixa viscosidade. Os autores ainda reforçam que o mecanismo da viscosidade associado à saciedade, é o fato do aumento da viscosidade da matriz alimentar no intestino, retardar o esvaziamento gástrico e o trânsito intestinal. Além disso, estimulam a liberação de peptídeos intestinais, como PYY e GLP-1.

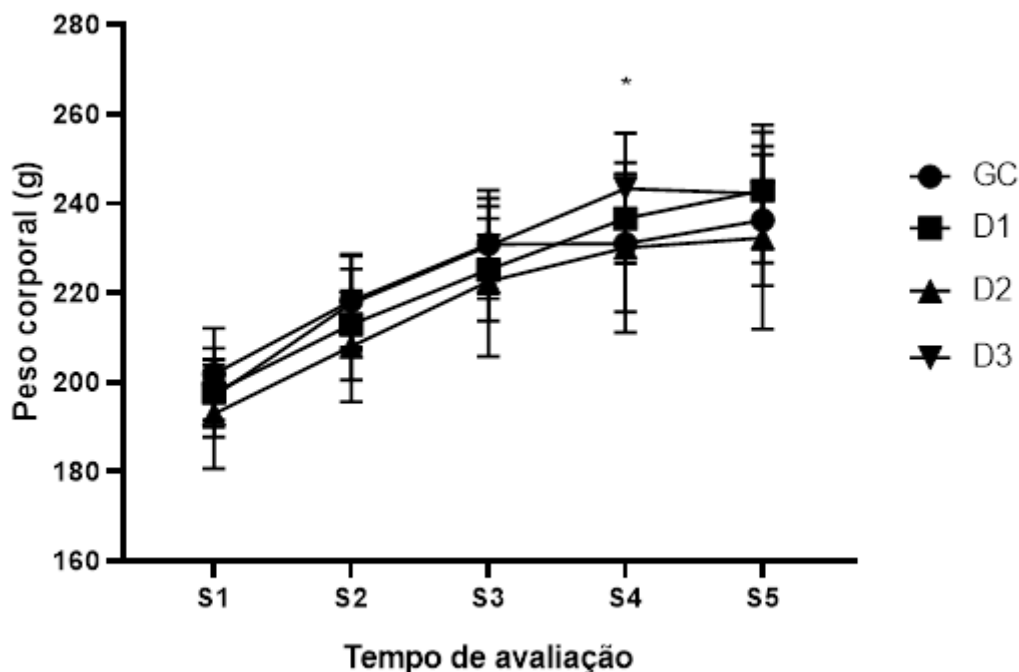
Corroborando ao observado em nosso estudo em relação ao consumo maior de fibras nos grupos que receberam dietas suplementadas com bagaço do caju em relação ao grupo controle, um estudo de Mishima *et al.* (2022), o qual avaliou o efeito da suplementação de farinha de chia (*Salvia hispânica* L.), com teor de fibra insolúvel de 30,47 g.100 g⁻¹, pelo mesmo período experimental da nossa pesquisa (5 semanas) e com ratos machos, observou que o consumo de dieta padrão e dieta suplementada com chia, foram superiores aos do grupos que receberam dieta hipercalórica suplementada com chia.

7.2.2 Análise de parâmetros murinométricos

7.2.2.1 Avaliação do ganho de massa corporal

A avaliação do ganho de peso é utilizada como um indicador do efeito das diferentes dietas como fator que pode ser levado em consideração para condições como o manejo da obesidade. Na Figura 8, é mostrado que não houve diferença significativa em relação ao aumento de peso corporal entre os grupos e suas respectivas dietas, mas foi observado aumento em relação às semanas de protocolo experimental.

Figura 8-Análise do ganho de peso corporal ao longo das cinco semanas de avaliação



Análise do ganho de peso corporal ao longo das 5 semanas do protocolo experimental. Os valores estão representados como média $\pm$ EPM. Teste ANOVA *Two way* seguido do teste de Tukey. GC: Grupo controle, ração comercial (círculo aberto); D1: Dieta 1-ração comercial + farinha do bagaço do caju 7,5% de fibra alimentar (quadrado fechado); D2: Dieta 2-ração comercial + farinha do bagaço do caju 10% de fibra alimentar (triângulo fechado); D3: Dieta 1-ração comercial + farinha do bagaço do caju 12,5% de fibra alimentar (triângulo invertido fechado). CG* vs D3, D1* vs D3. D2* vs D3.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nossos resultados sobre o ganho de peso corporal entre os grupos alimentados com dietas com fibra do bagaço do caju, são semelhantes ao estudo de Batista et al. (2023). Neste estudo, animais alimentados com dieta padrão foram submetidos a duas doses diárias de 400 mg/Kg de subprodutos do caju, acerola e goiaba durante 28 dias. Foi observado que o grupo tratado com bagaço do caju apresentou maior consumo alimentar, em relação aos que receberam subproduto da acerola ou goiaba. Mas, assim como em nosso estudo, não houve aumento significativo do peso corporal final desses animais.

Os dados do consumo das dietas e do ganho de peso corporal podem ser associados com outras avaliações realizadas neste estudo, como a avaliação murinométrica que também foi realizada.

7.2.2.2 Análise do CNA, Índice de Lee e bioimpedância

Os animais de cada grupo foram submetidos a avaliação murinométrica, a qual foi avaliado o CNA e o índice de Lee com base no CNA e no peso de cada animal, no dia 0 (um dia antes de iniciarem o consumo das dietas), a fim de analisar se existiam diferenças em relação a esses parâmetros entre os animais antes. Como observado na Tabela 5, não houve diferença significativa entre os grupos. Ao final do protocolo de 5 semanas 35º dia D(35), as avaliações murinométricas foram realizadas novamente, sendo observado que em ambos os períodos D(0) e D(35), não houve diferença significativa ($P > 0,05$) nos valores médios entre os grupos avaliados, como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5-Análise dos parâmetros murinométricos dos grupos GC, D1, D2 e D3 no período (dia 0 antes) e após o tratamento (dia 35)

Período/ Parametrans	GC	D1	D2	D3
Dia 0				
CNA	39,05±0.69	37,94±1.110	38,30±0.7500	37,94±1.310
Índice de Lee	0.1483±0.0040 82	0.1500±0.000	0.1520±0.0044	0.1520±0.004472
Dia 35				
CNA	40,80±0.4237	39,54±1.260	40,36±0.4400	40,06±0.7400
Índice de Lee	0.1500±000	13,20±0.005477	0.1500±0.000	0.1540±0.005477

(n=6 animais/grupo). Os valores estão representados por $\pm$ E.P.M. A significância dos dados paramétricos (CNA) foi obtida por meio da ANOVA *one way* do teste Tukey e a análise do índice de Lee pelo teste Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Duns. Os valores de ($p<0,05$) considerados significativos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses dados corroboram com os da avaliação do peso corporal, indicando que os animais dos respectivos grupos não apresentaram tendência ao desenvolvimento do sobrepeso ou obesidade. Também se explicam em razão do consumo de fibra alimentar presente em todas as dietas. Contudo, os diferentes percentuais de 7,5%; 10% e 12,5% não apresentaram diferença significativa em relação ao índice de Lee.

A fim de analisar a composição corporal dos animais de cada grupo, a análise de bioimpedância foi realizada também em dois períodos do protocolo experimental D(0)

e D(35). Os dados mostrados na Tabela 6 indicam que no D(0) houve diferença significativa apenas no parâmetro FI (fluido intracelular) GC vs D1, GC vs D2. No período D(35), não houve diferença significativa em nenhum parâmetro avaliado.

Tabela 6-Análise da composição corporal dos animais nos períodos D (0) antes e D(35) após o consumo das dietas

	CG		D1		D2		D3	
	D (0)	D (35)	D (0)	D (35)	D (0)	D (35)	D (0)	D (35)
ACT (mL)	66,41±10,40	59,08±7,96	55,62±11,12	63,51±15,50	52,59±14,39	61,24±8,20	56,76±3,33	59,89±9,58
FE (mL)	17,77±5,71	22,90±5,25	22,93±2,07	26,39±2,30	23,13±1,97	26,05±2,96	22,22±1,08	20,76±7,72
FI (mL)	50,37±5,99	33,97±5,57	32,69±12,42	37,12±13,79	26,67±12,85	35,46±5,92	34,55±3,92	33,79±9,23
MG (g)	99,11±13,30	80,72±10,87	107,8±18,37	142,2±10,98	111,8±23,43	138±15,93	109,7±8,21	150,8±13,90
MM (g)	90,73±14,21	80,72±10,87	75,98±15,20	86,76±21,17	71,84±19,66	83,58±11,29	79,34±6,97	81,82±13,08

A análise de bioimpedância por espectroscopia foi realizada nos períodos antes D(0) e ao fim do protocolo de consumo alimentar das diferentes dietas D(35), n=5 animais/grupo). Os valores estão representados por $\pm$ E.P.M. Teste ANOVA *one way* seguido do teste Tukey para dados paramétricos e teste de Kruskal-Wallis pós-hoc Dunn's para dados não paramétricos ($p < 0,05$) e ($p < 0,01$) considerados significativos. ACT: Água corporal total; FE: fluido extracelular; FI: fluido intracelular; MG: massa gorda; MM: massa magra.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados da avaliação de bioimpedância, em relação ao percentual de massa gorda e massa magra entre os grupos, não apresentaram diferença significativas ($P > 0,05$), corroborando com a avaliação do peso corporal e do índice de Lee, indicando que os grupos, não apresentaram indicativos de suscetibilidade à obesidade, bem como o não aumento de massa gorda, por exemplo, após o período de 5 semanas. Esses dados estão de acordo com os resultados esperados do consumo dessas dietas, tendo em vista que não eram dietas hipercalóricas. Contudo, observou-se que não houve mudanças significativas comparando dietas com maior percentual de fibra alimentar.

Os animais GC tiveram redução de ACT, ao passo que os animais suplementados tiveram aumento. O FE de animais de D3 reduz com a suplementação, enquanto todos os outros aumentam, e o oposto ocorre com o FI, o qual apresentou redução no GC e aumento nos grupos suplementados. Ressalta-se que FE e FI estão associados as reações metabólicas intracelulares e o extravasamento de líquido para o meio extracelular, que a depender do nível, pode ser indicativo de edema, que pode refletir na pressão arterial sistólica. Quando analisado a MG, observa-se um achado que contrapõem a sua inferência de essa suplementação ser uma boa alternativa para o tratamento da obesidade, pois todos os animais suplementados tiveram um importante aumento da MG (D1 > 31,91%; D2 > 23,43% e D3 > 37,61%), enquanto o GC teve uma redução de 18,55% de MG. Contudo, na análise de bioimpedância observou-se que o volume de MM enquanto o GC apresentou uma perda de 18,53% de MM, os animais suplementados apresentam ganho de 14,19% (D1); 16,35% (D2) e 3,13% (D3).

7.2.3 Perfil bioquímico

Os dados das análises bioquímicas indicam que houveram diferenças significativas entre os grupos, apenas os valores de albumina sérica, como pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7-Efeito do tratamento com a suplementação de fibra alimentar do bagaço do caju (D1-7,5%), (D2-10%) e (D3-12,5%) durante 5 semanas em ratas *Wistar*

Parâmetros (Unid)	GC	D1	D2	D3
Glicose (mg/dL)	105,5±19,17	107,2±19,69	123±17,65	113±28,8
CT (mg/dL)	57±4.382	53,20±9.680	51,80±14,22	55,80±8.468
HDL-c	19,0±1.095	17,20±2.387	15,40±2.881	17,40±1.672
LDL-c	34,70±2.958	32,20±7.365	32,56±10,98	34,04±6.880
TG (mg/dL)	16,50±1.643	19±4.583	19,20±3.421	21,80±4.919
ALT	41,60±3.286	46±7.937	46,20±3.493	54±6.633
AST	141±3.286	143,8±16,38	130,2±16,75	130±17,49

Ureia	27,90±1.424	28,36±7.297	35,62±6.513	30,52±4.584
Creatinina	0.7500±0.05477	0.7800±0.1095	0.200±0.08367	0,8200±0.04472
Fosfatase alcalina	184±38,34	144,4±48,27	187,2±86,63	198±61,86
Albumina	2.000±0.1095	2.300±0.3317	2.580±0.3421*	2.480±0.2864*
Proteínas totais	4.800±0.1095	5.040±0.5771	4.920±0.5450	5.040±0.2608

n=6 animais/grupo). Os valores estão representados por $\pm$ E.P.M. Significância obtida pelo teste Kruskal-Wallis pós-hoc Dunn's para dados não paramétricos ($p<0,05$) e ($p<0,01$) considerados significativos. CON-controle; CT: colesterol total; HDL-c: lipoproteína de alta densidade; LDL-c: Lipoproteína de baixa densidade; TG: Triglicerídeos; AST: Aspartato aminotransferase AST, ALT: Alanina aminotransferase.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Nossos resultados demonstram dados importantes, quando comparados aos achados de Carvalho *et al.* (2017), o qual fizeram a análise da suplementação de dietas com 10% do bagaço de caju em sua forma integral (FI), sendo submetido à extração ultrassônica, comparado aos efeitos do bagaço submetido a extração com hexano e etanol, denominado de fibra sem compostos de baixo peso molecular (FSCBP). Os pesquisadores observaram que os animais submetidos ao consumo da dieta com FI apresentaram aumento significativo das concentrações plasmáticas de AST (102%), CT (45,6%), LDL-c (62,1%) e de TG (27,6%), em relação ao grupo controle. Estes aumentos foram associados à composição de agentes redutores presentes no bagaço do caju, que promoveram um efeito hiperlipidêmico.

Em nosso estudo, o bagaço de caju não foi submetido ao processo de extração ultrassônica ou com solventes para remoção de compostos de baixo peso molecular. Contudo, como já mencionado anteriormente, as etapas de branqueamento (água quente, água fria) e as lavagens e prensagens, são associadas com a redução de compostos solúveis em água, como açúcares livres e flavonoides, e consequentemente, a redução do valor calórico. Diante disso, pode-se inferir que a farinha do bagaço de caju utilizada como fonte de fibra alimentar na suplementação das dietas D1, D2 e D3, não representa risco à tendência de desenvolvimento de hiperlipidemia durante o período de 5 semanas.

Quando analisados os níveis de glicose entre os grupos, não foi observado aumento da glicemia, assim como não houve diferença significativa do grupo controle em relação às três dietas com diferentes percentuais de fibra alimentar. No estudo de Batista *et al.* (2023), a análise de glicose do grupo de animais alimentado com bagaço do caju foi menor ao grupo controle, quando comparado a grupos com subproduto da goiaba e da acerola. Um dos fatores que estão associados ao controle da glicemia dos animais submetidos ao consumo do bagaço de caju, é a

presença de fibra alimentar do tipo insolúvel como celulose, hemicelulose e lignina (Araújo, 2012). Estudos têm demonstrado papel crítico das fibras insolúveis em relação à prevenção da obesidade. Contudo, achados recentes mostram que a suplementação com fibra insolúvel desempenha papel na homeostase da glicose e melhora a sensibilidade à insulina, por exemplo (Chang *et al.*, 2017; Zang *et al.*, 2023).

Quanto às análises das enzimas AST e ALT, as quais são utilizadas para avaliar lesões hepáticas, analisando os resultados dos grupos GC, D1, D2 e D3, não foi observado alterações significativas, o que indica que os animais submetidos as quatro dietas, não sofreram danos hepático. É importante destacar que, no estudo de Carvalho *et al.* (2017) foram observadas alterações em relação às análises de AST e ALT e os tipos de fibra utilizada, o qual foi indicado que a fibra com compostos de baixo peso molecular manteve as concentrações de AST, enquanto a fibra integral aumentou. Em relação a ALT, foi reduzida nos animais submetidos a dieta com fibra sem compostos de baixo peso. Como nosso material pode ser associado com a redução desses compostos de baixo peso molecular, pode ser associado a não alteração nos padrões de AST e ALT. Além disso, o período de suplementação foi inferior, quando comparado ao estudo de Carvalho *et al.* (2017), o qual durou 15 semanas.

Não foram observadas diferenças significativas quanto à análise de ureia e creatina em relação ao grupo controle. A avaliação da concentração plasmática de ureia e creatinina é uma abordagem comum para avaliação da função renal na prática clínica. A creatinina é um metabólito da fosfocreatina que se difunde de vários tecidos para o sangue. Em circunstâncias fisiológicas é constantemente excretada pelos rins. Quando a filtração glomerular está prejudicada, ocorre o aumento da creatinina plasmática. A ureia é produzida pelo fígado e excretada pelos rins, e assim como a creatinina, sua concentração plasmática é um indicador de alterações nas funções renais. Essas alterações podem, por exemplo, ser geradas pela ingestão de alimentos (Kovalčíková *et al.*, 2018).

Quanto aos níveis plasmáticos de albumina, foi observada diferença significativa nos grupos D2 e D3, em relação ao grupo controle. A albumina tem uma meia-vida longa e uma grande quantidade circulante, servindo para avaliar alterações a longo prazo do estado nutricional de proteínas (Yasuaki *et al.*, 2020). Apesar deste aumento, o valor encontrado é menor ao valor de referência hematológica de ratos Wistar fêmeas, observado por Melo *et al.* (2017), assim como outros trabalhos relatados pelos autores. Além disso, quando comparamos aos resultados de Lima *et al.* (2018) com também ratas Wistar ($4,79 \pm 0,19$), os resultados para a análise de albumina em nosso estudo em ambos os grupos, são considerados menores. Assim, não representa uma alteração anormal.

Diante desses resultados, constatou-se que dietas contendo diferentes percentuais de fibra do bagaço do caju auxiliou na manutenção dos parâmetros bioquímicos, assim como é sugerido sobre o consumo de fibras e seus benefícios para a saúde (Wang *et al.*, 2022).

7.2.4 Perfil hematológico

Os dados do perfil hematológico revelam que houve diferença significativa quanto aos seguintes parâmetros avaliados: hemácias, HB, HT, VCM, HCM, RDW-SD, de linfócitos e leucócitos como observado na Tabela 8.

Tabela 8-Perfil hematológico de ratas Wistar após o tratamento de 5 semanas de suplementação de dietas com diferentes quantidades de fibra alimentar do bagaço do caju (D1-7,5%), (D2-10%) e D3(12,5%)

Parâmetros (Unid)	CG	D1	D2	D3
Hemácias ($10^6/\mu\text{L}$)	6.890 $\pm$ 0.4885	7.728 $\pm$ 0.2471	7.798 $\pm$ 0.2601	8.114 $\pm$ 0.1983***
HB (g/dl)	14,40 $\pm$ 0.6450	15,28 $\pm$ 0.3834	15,66 $\pm$ 0.6986**	15,84 $\pm$ 0.4159**
HT (%)	42,47 $\pm$ 1.249	45,14 $\pm$ 0.8961	45,94 $\pm$ 1.466	47,42 $\pm$ 1.734**
VCM (f)	61,80 $\pm$ 1.389	58,46 $\pm$ 1.442**	58,94 $\pm$ 0.4980**	58,40 $\pm$ 1.065**
HCM (pg)	25,27 $\pm$ 6.721	19,80 $\pm$ 0.8093	20,08 $\pm$ 0.5586	19,52 $\pm$ 0.4550*
CHCM (g/dL)	33,93 $\pm$ 0.3141	33,84 $\pm$ 0.5367	34,08 $\pm$ 0.7694	33,44 $\pm$ 0.6269
RDW-SD (fL)	30,83 $\pm$ 1.948	29,18 $\pm$ 0.5891	29,24 $\pm$ 0.4980	28,32 $\pm$ 0.6573*
RDW-CV (%)	12,53 $\pm$ 0.9564	13,28 $\pm$ 0.8843	13,92 $\pm$ 0.04472	13,78 $\pm$ 1.256
Leucócitos ($10^3/\mu\text{L}$)	25,32 $\pm$ 39,56	8.000 $\pm$ 2.542	7.260 $\pm$ 1.350	8.940 $\pm$ 1.108
Linfócitos (%)	82,43 $\pm$ 10,86	85,12 $\pm$ 3.605*	92,41 $\pm$ 2.830	95,80 $\pm$ 1.100**
Plaquetas ($10^3/\mu\text{L}$)	1.004 $\pm$ 157.4	1.060 $\pm$ 158,7	819 $\pm$ 138,4	899,4 $\pm$ 312,8
VPM (fl)	6.267 $\pm$ 0.1862	6.240 $\pm$ 0.1673	6.360 $\pm$ 0.3209	6.300 $\pm$ 0.2915

(n=5 animais/grupo). Os valores estão representados por $\pm$ E.P.M. Significância obtida pelo teste ANOVA *One way* seguido do teste Tukey para dados paramétricos e teste de Kruskal-Wallis pós-hoc Dunn's para dados não paramétricos *(p<0,05), ***(p<0.001) e ****(p<0.0001) considerados significativos. HB: hemoglobina; HT: hematócrito; VCM: volume corpuscular médio; HCM: Hemoglobina corpuscular média; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média; RDW-SD: Curva de distribuição das hemácias de acordo com o volume eritrocitário. RDW-CV: Coeficiente de variação da média do volume das hemácias; VPM: volume plaquetário médio.

Fonte: Elaborado pelo autor.

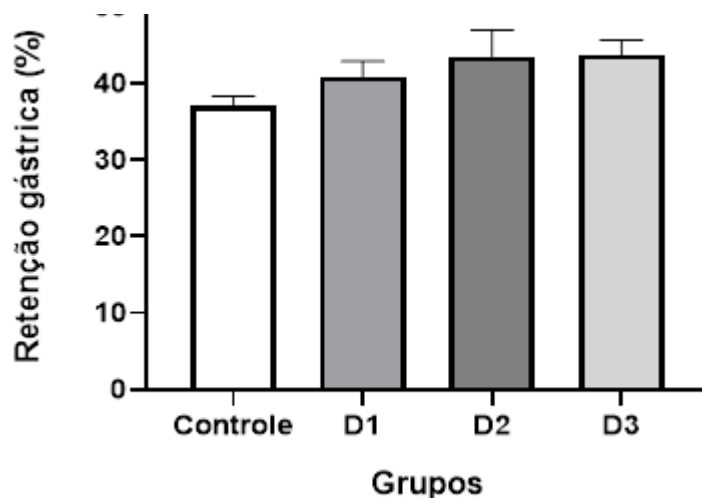
Os animais do grupo D3 apresentaram aumento significativo na contagem de hemácias em relação ao grupo controle ($p < 0.01$). Além disso, foi observado aumento significativo de HB nos grupos D3 e D2, quando comparados ao grupo controle. HT foi significativamente maior no grupo D3 em relação ao grupo GC. Os valores de VCM foram significativamente menores nos grupos D1, D2 e D3, quando comparados ao CG. Os valores de HCM e de RDW-SD foram significativamente menores no grupo D3 em relação ao GC. Não houve diferença significativa dos parâmetros de leucócitos, CHCM, VPM, plaquetas. A fibra alimentar, como um prebiótico, apoia a saúde intestinal ao produzir ácidos graxos de cadeia curta, que aumentam a imunidade e auxiliam na absorção de ferro. De acordo com um estudo realizado por Afifah *et al.*, 2025, a suplementação de fibra alimentar promoveu o aumento de hemoglobina, como pode ser visto também em nosso trabalho.

Analisar o perfil hematológico se faz importante, pois pode ser observado alterações em indivíduos obesos. No estudo de Takella *et al.* (2019), animais alimentados com dieta hipercalórica apresentaram redução nos níveis de hemácias, HB e HT. Além disso, esse tipo de dieta promoveu diminuição de VCM, HCM, assim como foi observado maior número de leucócitos. Nossos resultados indicam que as dietas apresentam uma segurança em relação aos parâmetros hematológicos avaliados. Ressalta-se que os parâmetros hematológicos analisados são semelhantes ao de Melo *et al.* (2012) que avaliou os valores de referência hematológica de ratos Wistar fêmeas. Além disso, dados de um estudo de Lima *et al.* (2018), realizado com ratas Wistar fêmeas, mostram semelhança com os nossos resultados, bem como, dados que tiveram diferença significativa em relação ao grupo controle, como o de HT ($47,42 \pm 1.734$) do grupo D3, é considerado menor quando comparado ao do nosso estudo ($52,24 \pm 3,81$).

8. Análise dos efeitos das dietas sobre o esvaziamento gástrico

Os resultados da avaliação do esvaziamento gástrico pelo teste de retenção fracional do corante vermelho de fenol é mostrado na Figura 9.

Figura 9-Efeito das diferentes dietas no período de 5 semanas sobre a retenção gástrica dos animais pelo teste do corante vermelho de fenol



Após o período de jejum de 12 h, os animais receberam por gavagem a refeição teste contendo (1,5 ml de 0,75 mg/ml de vermelho de fenol em solução de glicose 5%). Após o período pós-prandial de 8 min os animais foram anestesiados com xilazina/cetamina, laparatomizados e tiveram o estômago e o intestino delgado removidos para a mensuração da retenção do corante, n=5. As barras verticais representam a média dos valores de retenção gástrica (%) e as linhas verticais indicam o EPM. A retenção do corante nas porções E, P, M e D foi determinada por espectrofotometria (560 nm). Os valores estão representados como média $\pm$ EPM * $p < 0,05$) considerados significativos. E: Estômago; P: Intestino Proximal; M: Intestino Medial; D: Intestino Distal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os componentes de uma refeição como composição, tamanho, digestibilidade, calorias e teor de nutrientes afetam a taxa de esvaziamento gástrico (Pancos *et al.*, 2023). O efeito do consumo de fibras ocorre através de diversos mecanismos em todo o sistema digestivo, incluindo boca, estômago e intestino delgado e grosso (Evans, 2020). Além disso, o comportamento das fibras no trato gastrointestinal varia de acordo com a sua característica de solubilidade. Fibras solúveis apresentam alto grau de ramificação, o que permite que se combinem com substâncias nocivas no intestino, sendo degradadas em nutrientes e utilizadas por microrganismos.

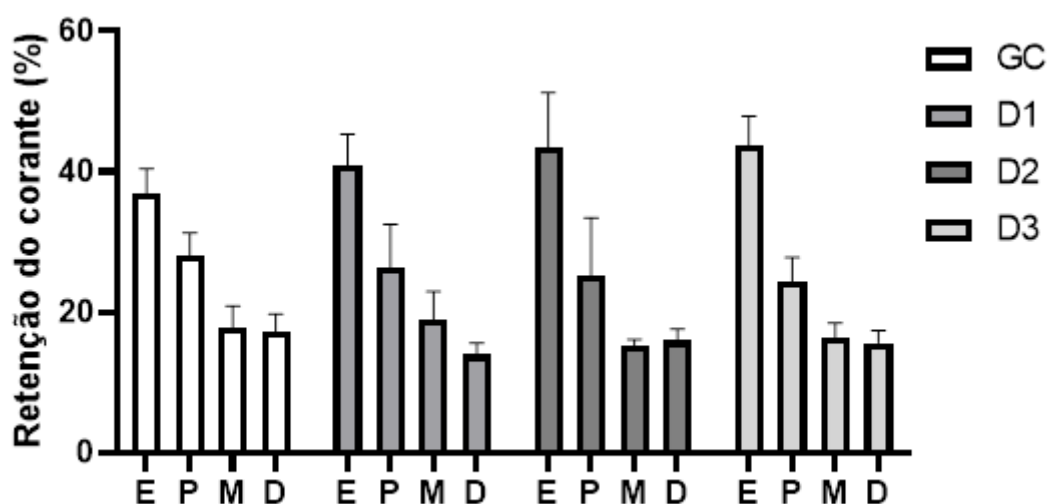
As fibras do tipo insolúvel possuem estruturas mais compactas e, portanto, dificultam a sua utilização por microrganismos intestinais, tendo sua principal função relacionada ao peristaltismo intestinal, bem como a capacidade de absorver água, amolecer as fezes e aumentar o volume fecal para estimular o peristaltismo e acelerar a defecação (Xiaoli *et al.*, 2022). Com base nos dados da literatura, o bagaço do caju utilizado na elaboração das dietas D1, D2 e D3 apresentam majoritariamente fibra do tipo insolúvel.

Além disso, as fibras viscosas aumentam a viscosidade da matriz alimentar, e o conteúdo intestinal, consequentemente, retardando o esvaziamento gástrico e o trânsito intestinal (Rojo *et al.*, 2013). Um estudo realizado por Rodrigues *et al.* (2017) utilizando gel de galactomana de *Adenanthera pavonina* L. a grupos com dieta hipercalórica, não encontrou diferenças significativas na retenção gástrica pelo teste de vermelho de fenol, destacando que as galactomanas pertencem ao grupo das fibras classificadas como solúveis.

É importante ressaltar que nosso estudo analisou ratas saudáveis alimentadas com dietas ricas em fibras, portanto, a análise dos efeitos de diferentes percentuais de fibra alimentar em animais que consomem dieta hipercalórica, seria uma perspectiva futura, tendo em vista que a ingestão de dietas hipercalóricas e gordurosas são associadas com disfunções metabólicas e gastrointestinais, como esvaziamento gástrico prejudicado, como foi observado em um estudo com animais que consumiram dietas hipercalórica e gordurosa a curto prazo (Guannan *et al.*, 2021).

Ao analisarmos os efeitos da distribuição do corante vermelho de fenol (Figura 10) no estômago e nas porções do intestino delgado (proximal, medial e distal), verificou-se que não houve diferença significativa entre os grupos CG, D1, D2 e D3, mas observado maior retenção no estômago em relação às demais porções analisadas.

Figura 10-Efeito das diferentes dietas no período de 5 semanas sobre a retenção gástrica dos animais pelo teste do corante vermelho de fenol



Após o período de jejum de 12 h, os animais receberam por gavagem a refeição teste contendo (1,5 ml de 0,75 mg/ml de vermelho de fenol em solução de glicose 5%). Após o período pós-prandial de 8 min os animais foram anestesiados com xilazina/cetamina, laparatomizados e tiveram o estômago e o intestino delgado removidos para a mensuração da retenção do corante, n=5. As barras verticais representam a média dos valores de retenção fracional do corante de cada segmento e as linhas verticais indicam o EPM. A retenção do corante nas porções E,

P, M e D foi determinada por espectrofotometria (560 nm). Anova *Two way*. Os valores estão representados como média $\pm$ EPM (* $p < 0,05$) considerados significativos. E: Estômago; P: Intestino Proximal; M: Intestino Medial; D: Intestino Distal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A maior retenção ocorreu no estômago, não havendo diferença significativa entre os grupos, mas o percentual de retenção teve resultados significativos em relação a porção do trato gastrointestinal, o qual foi o estômago, com retenção significativa em relação às demais porções. Corroborando com os resultados dos outros parâmetros avaliados em nosso estudo, o fato da fibra alimentar do bagaço do caju apresentar maior percentual de fibra insolúvel, pode ser uma das justificativas que explicam não ter ocorrido uma diferença significativa de maior retenção gástrica das dietas D1, D2 e D3 comparadas ao grupo controle, apesar do percentual de fibra aumentado. Isso pelo fato de que as fibras solúveis estão mais associadas com o retardo do esvaziamento gástrico e na absorção e transporte de nutrientes digeridos (Miyamoto *et al.*, 2018).

Além disso, o período pós-prandial de 8 min, pode ter influenciado nos resultados do teste de retenção gástrica, tendo em vista que outros estudos têm sido realizados utilizando períodos pós-prandiais superiores ao de nosso estudo, como 10 ou 15 minutos, sugerindo assim que podem ser realizados novas avaliações com um período maior ao que foi realizado neste estudo.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados encontrados em nosso estudo indicam que a farinha do bagaço do caju, apresenta relevantes teores de composição nutricional. A suplementação de três diferentes percentuais de fibra alimentar com farinha do bagaço do caju em dietas para ratas Wistar pelo período de 5 semanas, não promoveu alterações significativas quanto ao ganho de peso, bem como não resultou em alterações de parâmetros murinométricos da composição corporal e no perfil bioquímico e hematológico. Além disso, não ocorreram mudanças significativas em relação ao esvaziamento gástrico pelo teste do corante vermelho de fenol, independentemente das dietas com maior percentual de fibras em relação ao grupo controle. Portanto, considera-se que as dietas suplementadas com fibra alimentar do bagaço do caju atuaram de forma benéfica nos animais no período de cinco semanas diante dos parâmetros avaliados. Avaliações futuras podem ser realizadas a fim de analisar os efeitos dessa suplementação perante a animais submetidos a dietas hipercalóricas e os efeitos das fibras em diferentes percentuais nos parâmetros analisados em nosso estudo, bem como outras avaliações podem ser investigados.

REFERÊNCIAS

- ABREU Y ABREU, A. T., *et al.* Dietary fiber and the microbiota: A narrative review by a group of experts from the Asociación Mexicana de Gastroenterología. **Revista de Gastroenterología de México (English Edition)**, 86(3), p.287–304. <https://doi.org/10.1016/J.RGMXEN.2021.02.002>. 2021.
- ADAM *et al.*, Soluble Fermentable Dietary Fibre (Pectin) Decreases Caloric Intake, Adiposity and Lipidaemia in High-Fat Diet-Induced Obese Rats. *PloS One*, v. 10(10) p. 1-14. 2015.
- ADEGUNWA, M. O., *et al.*. Characterization of wheat flour enriched with cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) fiber for cake production. **Journal of Food Measurement and Characterization**. 14:4, 14(4), 1998–2009. <https://doi.org/10.1007/S11694-020-00446-9>. 2020.
- AFIFAH A, *et al.* The Potential Impact of Dietary Fiber Supplementation on Hemoglobin and Reticulocyte Hemoglobin Equivalent (RET-He) Levels in Pregnant Women with Anemia Receiving Oral Iron Therapy in Indonesia. **J Multidiscip Healthc**. Jan v.17; n. 18, p. 183-193. doi: 1<https://doi.org/10.2147/JMDH.S497795>. 2025.
- AKINWALE, T. O. Cashew apple juice: its use in fortifying the nutritional quality of some tropical fruits. **European Food Research and Technology**. 211(3), 205–207. <https://doi.org/10.1007/S00217005002>. 2000.
- ALBA, K., CAMPBELL, G. M.; KONTOGIORGOS, V. Dietary fibre from berry-processing waste and its impact on bread structure: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n.9, p.4189–4199. <https://doi.org/10.1002/JSFA.9633>. 2019.
- ALBUQUERQUE, M. A. C., *et al.* Tropical fruit by-products water extracts as sources of soluble fibres and phenolic compounds with potential antioxidant, anti-inflammatory, and functional properties. **Journal of Functional Foods**, v. 52, p.724–733. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2018.12.002>. 2019.
- ALI *et al.* Antidiabetic Potency, Antioxidant Effects, and Mode of Actions of *Citrus reticulata* Fruit Peel Hydroethanolic Extract, Hesperidin, and Quercetin in Nicotinamide/Streptozotocin-Induced Wistar Diabetic Rats. **Oxidative Medicine and Cellular Longev**. p 1-21. 2020.
- ALONSO-VALE, M.I *et al.*, Light/dark cycle-dependent metabolic changes in adipose tissue of pinealectomized rats. **Horm. Metab. Res.**v. 36(7), p.474-9. 2004.
- ANDERSON *et al.* Health benefits of dietary fiber. **Nutr Rev**. v. 67(4). p. 188- 205. 2009.
- AOAC International**. 20 th ed. Gaithersburg, p.3172. 2016. AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis of**

ATZLER, J. J., *et al.* Characteristics and properties of fibres suitable for a low FODMAP diet- an overview. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 823–836. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.04.023>. 2021.

AVGERINOS, K. I., *et al.*, Obesity and cancer risk: Emerging biological mechanisms and perspectives. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 92, 121–135. <https://doi.org/10.1016/J.METABOL.2018.11.001> . 2019.

BABBAR, N., OBEROI, H. S.; SANDHU, S. K. Therapeutic and nutraceutical potential of bioactive compounds extracted from fruit residues. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(3), 319–337. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.653734>. 2015.

BARBER *et al.*,. The Health Benefits of Dietary Fibre. **Nutrients**, v. 12(10), p. 1–17. 2020.

BATISTA, K. S. *et al.* Beneficial effects of consumption of acerola, cashew or guava processing by-products on intestinal health and lipid metabolism in dyslipidaemic female Wistar rats. **British Journal of Nutrition**, v. 119, n. 1, p. 30–41, 2018.

BATISTA. A.C.V *et al.*, .Effects of consumption of acerola, cashew and guava by-products on adiposity and redox homeostasis of adipose tissue in obese rats. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 43, p. 283–289. 2021.

BEIONIZI, R. P *et al.* Propriedades antioxidantes em subproduto do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.): efeito sobre a lipoperoxidação e o perfil de ácidos graxos poliinsaturados em ratos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 44 (4). p. 773-781. 2008.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 57(6), 397–405. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302013000600001>. 2013.

BERRY, A. D; SARGENT, S. A. Cashew apple and nut (*Anacardium occidentale* L.). **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**, 414–423e. <https://doi.org/10.1533/9780857092762.414>. 2011.

BHUPATHIRAJU, S. N; HU, F. B. Epidemiology of Obesity and Diabetes and Their Cardiovascular Complications. *Circulation Research*, 118(11), 1723–1735. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.115.306825>. 2016.

BICALHO, B., *et al.* .Application of High–Temperature Gas Chromatography–Mass Spectrometry to the Investigation of Glycosidically Bound Components Related to Cashew Apple (*Anacardium occidentale* L. Var. nanum) Volatiles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 48(4), 1167–1174. <https://doi.org/10.1021/JF9909252>. 2000.

BLAIR, P. J., *et al.* The significance of interstitial cells in neurogastroenterology. **Journal of Neurogastroenterology and Motility**, v. 20, n.3, p. 294–317. <https://doi.org/10.5056/JNM14060>. 2014.

BRAGA, D. C., *et al.* Multivariate correlation of the astringency sensory perception with the phenolic profiling of cashew apple genotypes. **Food Bioscience**, 41. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100931>. 2021.

BRAINER, M. S. C. P., & VIDAL, M. F. CAJUCULTURA. **Caderno Setorial ETENE Banco Do Nordeste**, 5, 1–16. 2020.

BRAINER, M. S. CAJUCULTURA: O PROVEITO DO PEDÚNCULO. **Caderno Setorial ETENE Banco Do Nordeste**. v. 6, n.190. 1-19. Out 2021.

BRAINER, M. S. DE C. P.; VIDAL, M. DE F. Cajucultura nordestina em recuperação. **Caderno Setorial ETENE**, v. 54, n. 3, p. 1–13, 2018.

BRAMONT. W, B. Comparação da Composição Centesimal, Mineral e Fitoquímica de Polpas e Cascas de Dez Diferentes Frutas. **Revista Virtual de Química**. v.10, n, 4. Disponível em: <http://rvq.sbq.org.br>.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. Relatório do III Fórum de Monitoramento do Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas não Transmissíveis no Brasil [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2018. 121 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_iii_forum_monitoramento_plano.pdf. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

BRAY *et al.*, - The Science of Obesity Management: An Endocrine Society Scientific Statement. **Endocrine Reviews**, v. 39(2), 79-132. <https://doi.org/10.1210/ER.2017-00253>. 2018.

CALABRESI, M. F. reitas. Avaliação da atividade de contração e esvaziamento gástrico em ratos gastrectomizados por biosusceptometria AC / Marcos Felipe de Freitas Calabresi. – Botucatu : [s.n.], Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. 2013.

CAPUANO, E. The behavior of dietary fiber in the gastrointestinal tract determines its physiological effect. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1180501>, 57(16), 3543–3564. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1180501>. 2017.

CARVALHO, D. V., et al. . Influence of low molecular weight compounds associated to cashew (*Anacardium occidentale* L.) fiber on lipid metabolism, glycemia and insulinemia of normal mice. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v.13, p.1–6. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2017.12.001>. 2018.

CARVALHO, D. V., et al. Cashew apple fiber prevents high fat diet-induced obesity in mice: An NMR metabolomic evaluation. **Food and Function**, p. 10, n. 3, p. 1671–1683. <https://doi.org/10.1039/c8fo01575a>. 2019.

CHANG *et al.*, Insoluble Dietary Fiber from Pear Pomace Can Prevent High-Fat Diet-Induced Obesity in Rats Mainly by Improving the Structure of the Gut Microbiota. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 27(4), p. 856–867. <https://doi.org/10.4014/JMB.1610.10058>. 2017.

CHENG, L. K., *et al.* Gastrointestinal system. **Wiley Interdisciplinary Reviews. Systems Biology and Medicine**, v. 2, n.1, p. 65-79. <https://doi.org/10.1002/WSBM.19>. 2010.

COLON-GONZÁLEZ, F., *et al.* Obesity pharmacotherapy: what is next? **Molecular Aspects of Medicine**, 34(1), 71–83. <https://doi.org/10.1016/J.MAM.2012.10.005>. 2012.

COSTA, G. N. S., *et al.* Grape seed pomace as a valuable source of antioxidant fibers. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.99, n.10, p.4593–4601. <https://doi.org/10.1002/JSFA.9698>. 2019.

CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M. de; ALVES, R. E.; CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. v. 1, 4. ed., Viçosa, MG: UFV, 2012, 514 p.

DAS, I.; ARORA, A. Post-harvest processing technology for cashew apple – A review. **Journal of Food Engineering**, 194, 87–98. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2016.09.011>. 201.

DAYIB, M., LARSON, J.; SLAVIN, J. Dietary fibers reduce obesity-related disorders: mechanisms of action. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 23(6), 445–450. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000696>. 2020.

DE ABREU, F. P., *et al.* Cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) extract from by-product of juice processing: a focus on carotenoids. **Food Chemistry**, 138(1), 25–31. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2012.10.028>

DE BRITO, E. S., *et al.* Determination of the flavonoid components of cashew apple (*Anacardium occidentale*) by LC-DAD-ESI/MS. **Food Chemistry**, v.105, n.3, p.1112–1118. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.02.009>. 2007.

DE BRITO, E. S., OLIVEIRA-SILVA, E.; RODRIGUES, S. (Caju—*Anacardium occidentale*. **Exotic Fruits**, 85–89. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00012-5>. 2018.

DE LORENZO A., *et al.* New obesity classification criteria as a tool for bariatric surgery indication. *World Journal of Gastroenterology*, 22(2), 681–703. <https://doi.org/10.3748/WJG.V22.I2.681>. 2016.

DEEHAN, E. C., *et al.* Modulation of the Gastrointestinal Microbiome with Nondigestible Fermentable Carbohydrates To Improve Human Health. *Microbiology Spectrum*, 5(5). <https://doi.org/10.1128/MICROBIOLSPEC.BAD-0019-2017>. 2017.

DEENANATH, E. D., *et al.* Evaluation of Physicochemical Properties of South African Cashew Apple Juice as a Biofuel Feedstock. **Scientifica**, p.1–9. <https://doi.org/10.1155/2015/764196>. 2015.

DIMOU *et al.*, . Valorization of Fruits by-products to Unconventional Sources of Additives, Oil, Biomolecules and Innovative Functional Foods. **Current Pharmaceutical Biotechnology**, v. 20(10), p. 776–786. 2019.

DIONÍSIO, A. P. *et al.* Cashew-apple (*Anacardium occidentale* L.) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) functional beverage improve the diabetic state in rats. **Food Research International**, v. 77, p. 171–176, 2015.

DRI. Dietary Reference Intakes: Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, D.C., **Institute of Medicine. National Academies Press**. p. 1-1359. 2005.

DUARTE, F. N. D., *et al.* Potential prebiotic properties of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) agro-industrial byproduct on Lactobacillus species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 97(11), 3712–3719. <https://doi.org/10.1002/JSFA.8232>. 2017.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. IBGE e Embrapa divulgam números da safra de caju 2021 nesta quinta, dia 20. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/67790798/ibge-e-embrapa-divulgam-numeros-da-safra-de-caju-2021-nesta-quinta-dia-20>. Acesso em 29 de janeiro de 2022.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Produção de castanha do caju cresce 33% em 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/78004497/producao-de-castanha-do-caju-cresce-33-em-2022>. Acesso em 08 de fevereiro de 2023.

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará. Beberibe-CE: Ematerce assiste produtores de caju. 2019. Acesso em: 22 de janeiro de 2022. Disponível em: <https://www.ematerce.ce.gov.br/2019/08/22/beberibe-ce-ematerce-assiste-produtores-de-caju/>

ESWARAN, S., *et al.* Fiber and functional gastrointestinal disorders. **American Journal of Gastroenterology**, 108(5), 718–727. <https://doi.org/10.1038/AJG.2013.63>. 2013.

FÄNDRIKS, L. Roles of the gut in the metabolic syndrome: an overview. **Journal of Internal Medicine**, 281(4), 319–336. <https://doi.org/10.1111/JOIM.12584>. 2017.

FARRÉ, R., *et al.* Intestinal Permeability, Inflammation and the Role of Nutrients. **Nutrients** v. 12, n; 4, p. 1185. <https://doi.org/10.3390/NU12041185>. 2020.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e Caribe**. Disponível em: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>. Acesso em 15 de setembro de 2021.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food energy - methods of analysis and conversion factors**. Food and Nutrition paper 77. Report of a workshop. Rome 2002. Disponível em: <https://www.fao.org/3/y5022e/y5022e00.htm#Contents>. Acesso em 15 de junho de 2022.

FRIEDEWALD, W. T., LEVY, R. I., FREDRICKSON, D. S. Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, 18(6), 499–502. <https://doi.org/10.1093/CLINCHEM/18.6.499>. 1972.

GADDE *et al.*, 2018- G Obesity: Pathophysiology and Management. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 71(1), 69-84. 2018.

GALALI *et al.* . Biologically active components in by-products of food processing. **Food Science & Nutrition**, v. 8(7), p. 3004. 2020.

GILL, S. K.. *et al.* Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**. 18(2), 101–116. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-00375-4>. 2020.

GONZÁLEZ *et al.*,. Molecular Aspects of Medicine Obesity pharmacotherapy : What is next ? **JOURNAL OF MOLECULAR ASPECTS OF MEDICINE**, p. 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2012.10.005>.

GOULART DA SILVA, G., *et al.*. Cashew apple byproduct: Gastroprotective effects of standardized extract. **Journal of Ethnopharmacology**, 269, 113744. <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2020.113744>. 2021).

GRAY, J. Nuts and seeds. **Encyclopedia of Human Nutrition**, 3–4, 329–335. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00208-7>. 2013.

GUEDES-OLIVEIRA, J. M., *et al.* Washed cashew apple fiber (*Anacardium occidentale* L.) as fat replacer in chicken patties. **LWT - Food Science and Technology**, 71, 268–273. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2016.04.005>. 2016.

HE, Y., *et al.*, Effects of dietary fiber on human health. **Food Science and Human Wellness**, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.FSHW.2021.07.001>. 2022.

HOLSCHER, H. D. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. **Gut Microbes**, 8(2), 172. <https://doi.org/10.1080/19490976.2017.1290756>. 2017.

HOLST, J. *et al.* Roles of the Gut in Glucose Homeostasis. **Diabetes Care**, 39(6), 884–892. <https://doi.org/10.2337/DC16-0351>. 2016.

HUANG, X. J., *et al.* Aspartate Aminotransferase (AST/GOT) and Alanine Aminotransferase (ALT/GPT) Detection Techniques. **Sensors (Basel, Switzerland)**, 6(7), 756. 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola-Lavoura Permanente**. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/15/11915?indicador=11918&tipo=ranking>>. Acesso em: 23 de abr. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018. análise do consumo alimentar pessoal no Brasil-Rendimento. Rio de Janeiro. 114 p. 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101742>. Acesso em 02 de fevereiro de 2022.

JANSSEN, P., *et al.* Review article: the role of gastric motility in the control of food intake. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v.33, n.8, p.880–894. 2011.

JANSSEN, P., *et al.* Review article: the role of gastric motility in the control of food intake. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v.33, n. 8, p.880–894. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2036.2011.04609.X>. 2011.

Johnson, L. R. Gastrointestinal physiology. 8. ed. Elsevier. 2014.

JOSHI, V. K., *et al.* Science and Technology of Fruit Wines: An Overview. In **Science and Technology of Fruit Wine Production**. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800850-8.00001-6>. 2017.

JUONALA *et al.*. Childhood Adiposity, Adult Adiposity, and Cardiovascular Risk Factors. **European Journal Clinical Nutrition**. v. 365(20), p. 1876–1885. 2011.

KACHUR, S., *et al.*. Obesity and cardiovascular diseases. **Minerva Medica**, 108(3), 212–228. <https://doi.org/10.23736/S0026-4806.17.05022-4>. 2017.

KITAZAWA, T.; KAIYA, H. Regulation of Gastrointestinal Motility by Motilin and Ghrelin in Vertebrates. **Frontiers in Endocrinology**, v. 10, p. 278. 2019

KONTUREK, S. J., *et al.* Brain-gut axis in pancreatic secretion and appetite control. **Journal of Physiology and Pharmacology**, 54(3), 293–317. 2004.

KOWALSKA, H., *et al.* What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. **Trends in Food Science & Technology**, 67, 150–159. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2017.06.016>. 2017.

KWOK. *et al.*,. Obesity: A critical risk factor in the COVID-19 pandemic -**Wiley. Clinical Obesity**, v. 10(6), p. 1–11. 2020.

LALANZA, J. F., SNOEREN, E. M. S. The cafeteria diet: A standardized protocol and its effects on behavior. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, 122, 92–119. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2020.11.003>. 2021.

LAMBEAU, K. V.; MCRORIE, J. W. Fiber supplements and clinically proven health benefits: How to recognize and recommend an effective fiber therapy. **Journal of the American Association of Nurse Practitioners**, 29(4), 216. <https://doi.org/10.1002/2327-6924.12447>. 2017.

LANGE *et al.*,. Associations between neighbourhood characteristics, body mass index and health-related behaviours of adolescents in the Kiel Obesity Prevention Study: a multilevel analysis. **European Journal of Clinical Nutrition** v. 65(6), p. 711–719. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2011.21>. 2011.

LATTIMER; HAUB. Effects of Dietary Fiber and Its Components on Metabolic Health. **Nutrients**, v. 2(12), p. 1266–1289. <https://doi.org/10.3390/NU2121266>. 2010.

LIM TK. *Anacardium occidentale* . In: Lim TK, editor. **Plantas medicinais e não medicinais comestíveis**. Dordrecht: Springer;, pp. 45–68. 2012.

LIMA *et al.* Hambúrguer Vegetal de Fibras de Caju e Proteína Texturizada de Soja: Obtenção e Avaliação de Viabilidade Econômica da Produção. **EMBRAPA Comunicado Técnico**. 208. P. 1–11. Fortaleza, 2013.

LIN, D., *et al.*, Anti-lipidemic role of soluble dietary fiber extract from okara after fermentation and dynamic high-pressure microfluidization treatment to Kunming mice. **Journal of Food Science and Technology**, 57(11), 4247. <https://doi.org/10.1007/S13197-020-04463-W>. 2020.

LOPES, M. M. A., *et al.* Bioactive compounds and total antioxidant capacity of cashew apples (*Anacardium occidentale* L.) during the ripening of early dwarf cashew clones. **Ciência e Agrotecnologia**, v.36, n.3, p.325–332. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542012000300008>. 2012.

MAKKI *et al.*, The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. **Cell Host & Microbe**, v. 23(6), p. 705–715. <https://doi.org/10.1016/J.CHOM.2018.05.012>. 2018.

MAŘINCOVÁ, L., ŠAFARÍKOVÁ, S., CAHLÍKOVÁ, R. Analysis of main risk factors contributing to obesity in the region of East Africa: meta-analysis. **African Health Sciences**, v. 20(1), p. 248. <https://doi.org/10.4314/AHS.V20I1.30>. 2020.

MARQUES *et al.*, Fruit Bagasse Phytochemicals from *Malpighia Emarginata* Rich in Enzymatic Inhibitor with Modulatory Action on Hemostatic Processes. **Journal of Food Science**. v. 83 (11), p. 2840–2849. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14330>. 2018.

MATEOS-APARICIO, I., *et al.*, Apple by-product dietary fibre exhibits potential prebiotic and hypolipidemic effects in high-fat fed Wistar rats. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, 23, 100219. <https://doi.org/10.1016/J.BCDF.2020.100219>. 2020.

MAURER, A. H. Gastrointestinal Motility, Part 2: Small-Bowel and Colon Transit. **Journal of Nuclear Medicine Technology**, v. 44, n.1, p. 12–18. <https://doi.org/10.2967/JNUMED.113.134551>. 2016.

MAYORAL, L. *et al.* Obesity subtypes, related biomarkers & heterogeneity. **The Indian Journal of Medical Research**, v. 151(1), p. 11–21. 2020.

McQUILKEN, S. A. Gut motility and its control. **Anaesthesia & Intensive Care Medicine**, v. 22, n. 5, p. 339–342. <https://doi.org/10.1016/J.MPAIC.2021.04.002>. 2021.

MICHODJEHOUN-MESTRES, *et al.* Monomeric phenols of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). **FOOD CHEMISTRY**, 112(4), 851–857. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.06.056>. 2009.

MOBBS. C.V. Obesity. In **Encyclopedia of the Neurological Sciences**. p. 621–622. Academic Press.. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385157-4.01212-4>. 2014.

MORTON, J. F. CASHEW NUTS AND CASHEW APPLES. **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**, 958–964. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00180-2>. 2003.

MÜLLER, M., *et al.*, Effect of wheat bran derived prebiotic supplementation on gastrointestinal transit, gut microbiota, and metabolic health: a randomized controlled trial in healthy adults with a slow gut transit. **Gut Microbes**, 12(1). <https://doi.org/10.1080/19490976.2019.1704141>. 2020.

OLIVEIRA, M. E. B. *et al.* Major free amino acids in cashew apple juice: behaviour during the harvest season. v. 24, n. 1, p.133-137. **Revista Brasileira de Fruticultura (Brazil)**. 2002.

Organização das Nações Unidas. AGENDA 2030. Plataforma Agenda 2030. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>. Acesso em: 18 de setembro de 2021.

OTÁLORA MC, et al. Microencapsulation of Betaxanthin Pigments from Pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) By-Products: Characterization, Food Application, Stability, and *In Vitro* Gastrointestinal Digestion. **Foods**. 2023 Jul v.14; n.12(14), p. 2700. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S497795>. 2023.

PAHUA-RAMOS, M. E., et al. Hypolipidemic effect of avocado (*Persea americana* Mill) seed in a hypercholesterolemic mouse model. **Plant Foods for Human Nutrition (Dordrecht, Netherlands)**, v.67, n.1, p.10–16. <https://doi.org/10.1007/S11130-012-0280-6>. 2012.

PAPATHANASOPOULOS, A.; CAMILLERI, M. Dietary fiber supplements: effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. **Gastroenterology**, 138(1). <https://doi.org/10.1053/J.GASTRO.2009.11.045>. 2010.

PATURI, G., et al. Evaluation of gastrointestinal transit in rats fed dietary fibres differing in their susceptibility to large intestine fermentation. **Journal of Functional Foods**, 4(1), 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.08.005>. 2012.

PEREIRA, M. A. et al. Dietary fiber and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of cohort studies. **Archives of Internal Medicine**, 164(4), 370–376. <https://doi.org/10.1001/ARCHINTE.164.4.370>. 2004.

PINHO, L. X., et al. The use of cashew apple residue as source of fiber in low fat hamburgers. **Food Science and Technology**, 31(4), 941–945. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000400018>. 2011.

POUTANEN et al. A review of the characteristics of dietary fibers relevant to appetite and energy intake outcomes in human intervention trials. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 106(3), p. 747–754. <https://doi.org/10.3945/AJCN.117.157172>. 2017.

PROMMAJAK, T., LEKSAWASDI, N.; RATTANAPANONE, N. Biotechnological valorization of cashew apple: A review. **Chiang Mai University Journal of Natural Sciences**, 13(2), 159–182. <https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2014.0029>. 2014.

QUEIROZ, F.R. Uso do bagaço de caju como fertilizante em pomar de cajueiro estabelecido. Tese (doutorado acadêmico). Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. 87 p.

QUIRÓS-SAUCEDA, A. E., et al. Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients: interaction and possible effect after ingestion. **Food & Function**, 5(6), 1063–1072. <https://doi.org/10.1039/C4FO00073K>. 2014.

RABACOW et al.,. Deaths Attributable to High Body Mass in Brazil. **Preventing Chronic Disease**, v. 16(10). 2019.

REGUENGO, L. M., *et al.* Agro-industrial by-products: Valuable sources of bioactive compounds. **Food Research International**, v.152, p. 110871. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2021.110871>. 2022.

REIS, B. L., *et al.* Pretreatment of Cashew Apple Bagasse using Protic Ionic Liquids: Enhanced Enzymatic Hydrolysis. **Bioresource Technology**. v. 224. p. 694-701. 2016.

RESENDE, L. M., FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. **Food Chemistry**, v. 270, p. 53–60.

REYNELL, P. C., & SPRAY, G. H. The simultaneous measurement of absorption and transit in the gastro-intestinal tract of the rat. *The Journal of Physiology*, 131(2), 452. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.07.079>. 2019. 1956.

REZENDE, Y. R. R. S.; NOGUEIRA, J. P.; NARAIN, N. Microencapsulation of extracts of bioactive compounds obtained from acerola (*Malpighia emarginata* DC) pulp and residue by spray and freeze drying: Chemical, morphological and chemometric characterization. **Food Chemistry**, 254, 281–291. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.02.026>. 2018.

RODRÍGUEZ-MORGADO, B., *et al.* Obtaining from Grape Pomace an Enzymatic Extract with Anti-inflammatory Properties. **Plant Foods for Human Nutrition**. 70:1, 70(1), 42–49. <https://doi.org/10.1007/S11130-014-0459-0>. 2014.

RUFINO, M. DO S. M., *et al.*, Acerola and cashew apple as sources of antioxidants and dietary fiber. **International Journal of Food Science and Technology**, 45(11), 2227–2233. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02394.x>. 2010.

SABINO, L., *et al.* Polysaccharides from acerola, cashew apple, pineapple, mango and passion fruit co-products: Structure, cytotoxicity and gastroprotective effects. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, 24(May). 100228. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2020.100228>. 2020.

SAGAR, N.A., *et al.*, Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17(3), p. 512–531. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12330>. 2018.

SANIOTO, S.M.L. Visão Geral do Sistema Digestório. In: DE AIRES, M.M. Fisiologia. 5. Ed- Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

SANTOS, R. C.O valor energético dos alimentos: exemplo de uma determinação experimental, usando calorimetria de combustão. **Química Nova**, 33(1), 220–224. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000100038>. 2010.

SANTOS, D. I., *et al.* Pineapple (*Ananas comosus* L.) By-Products Valorization: Novel Bio Ingredients for Functional Foods. **Molecules**, v. 26, n.11, p. 3216, <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26113216>. 2021.

SCHWEIGGERT, R. M., *et al.* Carotenoids, carotenoid esters, and anthocyanins of yellow-, orange-, and red-peeled cashew apples (*Anacardium occidentale* L.). **Food Chemistry**, 200, 274–282. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2016.01.038>. 2016.

SCOARIS, C. R., *et al.* Effects of cafeteria diet on the jejunum in sedentary and physically trained rats. **Nutrition**, v.26, n.3, p.312–320. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2009.04.012>. 2010.

SCOARIS, C. R., *et al.* Effects of cafeteria diet on the jejunum in sedentary and physically trained rats. **Nutrition**, v. 26, n.3, p.312–320. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2009.04.012>. 2010.

SERRANO, L. A. L. Aspectos econômicos da cultura do cajueiro. **Sistema de Produção Do Caju**, 10–23. https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet. 2016.

SHIVAPRASAD *et al.* Effect of *Coleus forskohlii* extract on cafeteria diet-induced obesity in rats. **Pharmacognosy Research**, v. 6(1), p. 42–45. 2014.

SILVA, M. A., *et al.* Fruit byproducts as alternative ingredients for bakery products. *Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products*, 111–131. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824044-1.00033-7>. 2021.

SILVA, M. A., *et al.* Fruit byproducts as alternative ingredients for bakery products. **Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products**, 111–131. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824044-1.00033-7>. 2021.

SILVERTHORN. D. U. In. SILVERTHORN. D.U. Sistema Digestório. In. Fisiologia Humana. Uma Abordagem Integrada. 7. ed. Porto Alegre. Artmed. 2017.

SO, D., *et al.* Dietary fibres and IBS: translating functional characteristics to clinical value in the era of personalised medicine. **Gut**, 70(12), 2383–2394. <https://doi.org/10.1136/GUTJNL-2021-324891>. 2021.

SOFFER, E. E. Investigation of small bowel motility. **Clinical and Basic Neurogastroenterology and Motility**, p.307–317. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813037-7.00021-2>. 2020.

SOLIMAN. GA Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease. **Nutrients**, v. 11(5). <https://doi.org/10.3390/NU11051155>. 2019.

SOUSA, L. B., *et al.* Aspectos de biologia floral de cajueiros anão precoce e comum. **Ciência Rural**, 37(3), 882–885. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000300045>. 2007.

STREPPEL, M. T., *et al.* Dietary fiber intake in relation to coronary heart disease and all-cause mortality over 40 y: the Zutphen Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 88(4), 1119–1125. <https://doi.org/10.1093/AJCN/88.4.1119>. 2008.

SUCUPIRA, N. R., *et al.* Evaluation of cooking methods on the bioactive compounds of cashew apple fibre and its application in plant-based foods. **Heliyon**, 6(11). <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2020.E05346>. 2020.

SURAMPUDI *et al.*, - Lipid Lowering with Soluble Dietary Fiber. **Current Atherosclerosis Reports**, v. 18(12). <https://doi.org/10.1007/S11883-016-0624-Z>. 2016.

SURJANHATA, B. C.; KUO, B. Gastrointestinal Motility and Enteric Neuroscience in Health and Disease. **Reference Module in Biomedical Sciences**. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.00051-9>. 2014.

TAMIELLO-ROSA, C. S. *et al.* Pectins from cashew apple fruit (*Anacardium occidentale*): Extraction and chemical characterization. **Carbohydrate Research**, v. 483, n. April, p. 107752, 2019.

TAMIELLO-ROSA, C. S., *et al.* Pectins from cashew apple fruit (*Anacardium occidentale*): Extraction and chemical characterization. **Carbohydrate Research**, 483(April), 107752. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2019.107752>. 2019.

THOMPSON, S. V., *et al.*, Effects of isolated soluble fiber supplementation on body weight, glycemia, and insulinemia in adults with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 106(6), 1514–1528. <https://doi.org/10.3945/AJCN.117.163246>. 2017.

TREVISAN, M. T. S., *et al.* Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology : An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association**, 44(2), 188–197. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2005.06.012>. 2006.

TUCKER. R.M; MATTES, R.D. Satiation, satiety and the daily intake pattern. In **Satiation, Satiety and the Control of Food Intake**. Elsevier Ltda. p. 395-407. <https://doi.org/10.1533/9780857098719.4.238>. 2013.

UCHOA, A. M. A., *et al.* Formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders. **Plant Foods for Human Nutrition (Dordrecht, Netherlands)**, 64(2), 153–159. <https://doi.org/10.1007/S11130-009-0118-Z>. 2009.

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

VASCONCELOS, M. *et al.* Anti-inflammatory and wound healing potential of cashew apple juice (*Anacardium occidentale* L.) in mice. **Experimental Biology and Medicine**, v. 240, n. 12, p. 1648–1655, 2015.

VILLANO, D., GARCÍA-VIGUERA, C., & MENA, P. Colors: Health Effects. **Encyclopedia of Food and Health**, 265–272. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00190-2>. 2016.

VOLACO, A., *et al.* Socioeconomic Status: The Missing Link Between Obesity and Diabetes Mellitus? *Current Diabetes Reviews*, 14(4), 321–326. <https://doi.org/10.2174/1573399813666170621123227>. 2018.

WANDER. *et al.* Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: a systematic review of randomized controlled trials. **Obesity Reviews : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 12(9), p. 724–739. <https://doi.org/10.1111/J.1467-789X.2011.00895.X>. 2011.

WILLIAMS, B. A., *et al.* Dietary fibre: moving beyond the “soluble/insoluble” classification for monogastric nutrition, with an emphasis on humans and pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 10(1). <https://doi.org/10.1186/S40104-019-0350-9>. 2019.

WONG, J. M. W., JENKINS, D. J. A. Carbohydrate digestibility and metabolic effects. **The Journal of Nutrition**, 137(11 Suppl). <https://doi.org/10.1093/JN/137.11.2539S>. 2007.

World Health Organization. **Obesity and overweight**. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Acesso em 04 de setembro de 2021.

XING, J.; CHEN, J. D. Z. Alterations of Gastrointestinal Motility in Obesity. **Obesity Research**, v. 12, n. 11, p. 1723–1732. <https://doi.org/10.1038/OBY.2004.213>. 2004.

XING, J; CHEN, J. D. Z. Alterations of Gastrointestinal Motility in Obesity. **Obesity Research**, v. 12(11), 1723–1732. <https://doi.org/10.1038/OBY.2004.213>. 2004.

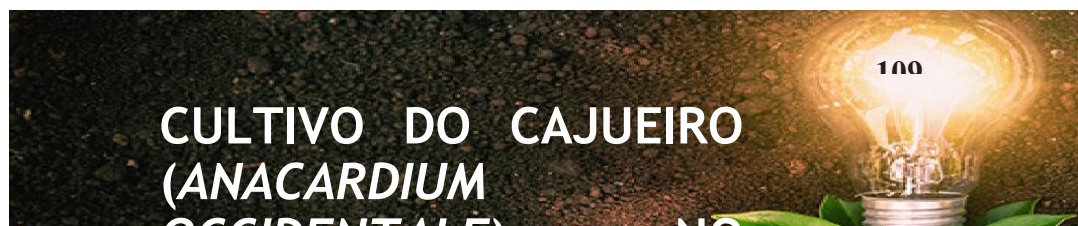
ZAMBON, L., *et al.* Efeitos de dois tipos de treinamento de natação sobre a adiposidade e o perfil lipídico de ratos obesos exógenos. **Revista de Nutrição**, 22(5), 707–715. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732009000500011>. 2009.

ZHENG, Y., *et al.*, Hypoglycemic effect of dietary fibers from bamboo shoot shell: An in vitro and in vivo study. *Food and Chemical Toxicology : An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 127, 120–126. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2019.03.008>. 2019.

ZHOU, Y., *et al.*, Obesity and diabetes as high-risk factors for severe coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 37(2). <https://doi.org/10.1002/DMRR.3377>. 2021

ANEXOS

ANEXO A- CAPÍTULO DE LIVRO



<https://doi.org/10.47149/978-85-7826-786-5/cap6>

SAMIRA LOPES DE ALMEIDA

Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Masts/Unilab) e graduada em licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará (UECE).

E-mail: samiraalmeida0517@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2688-8901>

DANIEL FREIRE DE SOUSA

Doutor em Biotecnologia em Saúde pela Rede Nordeste de Biotecnologia (Renorbio) e bacharel em Farmácia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), com habilitação em Análises Clínicas e Farmácia Industrial. Professor efetivo da Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab) e professor colaborador do Mestrado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis da mesma instituição. Linhas de pesquisa: 1) Estudo de venenos e toxinas; 2) Estudo dos efeitos biológicos induzidos por frações de veneno de *Tityus serrulatus*; 3) Controle de qualidade de ativos em farmácias de manipulação; 4) Estudo de produtos naturais para o tratamento de dislipidemias e diabetes.

E-mail: daniel@unilab.edu.br

JULIANA JALES DE HOLLANDA CELESTINO

Doutora e mestra em Ciências Veterinárias e graduada em Medicina Veterinária, todas as formações pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Professora efetiva da Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab) e professora permanente do Mestrado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis da mesma instituição. Líder do grupo de pesquisa Biotecnologia Aplicada (Biota). Linhas de pesquisa: 1) Biotecnologia aplicada; 2) Biotécnicas reprodutivas; 3) Estudo em doenças infecciosas; 4) Produtos Naturais – Plantas medicinais; 5) Cultivo celular; 6) Cultivo celular; 7) Morfologia.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9930-7541>



cajueiro (*Anacardium occidentale*) é uma espécie pertencente à família *Anacardiaceae*. É uma planta nativa do Brasil, ocorrendo em áreas de caatinga e de cerrado, bem como na Amazônia, produzindo o caju e a castanha-de-caju. O caju, popularmente conhecido como fruto, é na verdade um pedúnculo do desenvolvimento floral; o fruto verdadeiro da planta é a castanha, sendo ambas as partes comestíveis (SERRANO; PESSOA, 2016). Apresenta uma ampla distribuição geográfica, sendo encontrado especialmente em países como Brasil, Vietnã, Índia, Nigéria, Indonésia, Filipinas, Benin, Guiné-Bissau e Costa do Marfim. O cajueiro tem característica perene com tamanhos diferentes, mas geralmente possui de 8 a 15 metros de altura (BRITO; SILVA; RODRIGUES, 2018).

É uma espécie que apresenta considerável capacidade adaptativa a solos de baixa fertilidade, a temperaturas elevadas e a estresse hídrico. Diante dessas características edafoclimáticas e aliado ao aspecto vigoroso da planta, o cultivo do cajueiro se tornou uma das mais importantes atividades agrícolas do Nordeste brasileiro, possuindo elevada importância socioeconômica para a região, principalmente para o semiárido, por gerar postos de trabalho e renda na época mais seca do ano (BRAINER; VIDAL, 2020).

Diversos produtos podem ser explorados comercialmente, dentre eles, a madeira proveniente da poda da planta, a castanha e o caju, que apresentam uma versatilidade de utilizações alimentícias e industriais (BRAINER; VIDAL, 2018). Essa prática de comercializar o caju e seus derivados, além de um conjunto de diversas atividades que dão origem a vários produtos intermediários e finais, denomina-se cajucultura (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Tendo em vista a importância econômica de produtos como a amêndoa presente na castanha-de-caju, os plantios organizados começaram a se desenvolver na região Nordeste, especificamente no estado do Ceará, com a promoção de políticas de incentivo fiscal para o plantio de cajueiro, que se concentrou em maior parte no Ceará, fazendo com que o estado tenha uma grande área plantada, que se mantém até os dias atuais (IBGE, 2020; SERRANO; PESSOA, 2016).

Diversos trabalhos abordam os aspectos da representatividade socioeconômica em volta do cultivo do cajueiro no Ceará, sem analisar as diversas propriedades medicinais que a planta apresenta. Considera-se que é importante destacar que, além de sua grande representatividade econômica, o cajueiro é uma planta que apresenta diversas propriedades medicinais e tem sua significativa importância do ponto de vista farmacológico, como evidenciado pelo estudo de Nicolau *et al.* (2019), que demonstraram que a goma do cajueiro, um exsudato gomoso (também chamado de resina), protege topicamente a mucosa esofágica na doença do refluxo não erosiva.

Diante disso, este trabalho objetiva destacar aspectos da representatividade socioeconômica do cultivo de *Anacardium occidentale* e fazer uma análise da espécie sobre sua relevância sob o ponto de vista biológico, com base nos estudos científicos que demonstram diversas

CULTIVO DO CAJUEIRO (*ANACARDIUM OCCIDENTALE*) NO CEARÁ: ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MEDICINAIS

propriedades que as diferentes partes das plantas possuem, através de uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório-descritivo, em que os dados foram analisados de forma qualitativa.

O início da exploração do cajueiro e as potencialidades econômicas

De acordo com Lima (1988), os primeiros modelos de exploração do cajueiro foram o extrativista e o plantio desorganizado. Além disso, também se iniciaram os primeiros tratamentos culturais, destacando-se a realização de roçados em volta das plantas e de podas de limpeza que se difundiram por todo o Nordeste. O plantio desorganizado era realizado em pequenos pomares domésticos e iniciou-se com a crescente valorização dos produtos provenientes do cajueiro comercializados pelos colonizadores. Destaca-se que, durante o período da Segunda Guerra Mundial, surgiu um grande interesse pelo líquido da casca da castanha-de-caju. Passada a guerra, o interesse econômico passou a ser a exploração da amêndoa-de-caju, o que proporcionou um crescimento significativo da agroindústria de caju. Consequentemente, devido à demanda da amêndoa-de-caju, iniciaram-se os primeiros plantios organizados no Nordeste, especificamente no Ceará.

As explorações rurais podem destinar o caju para quatro principais atividades na sequência da cadeia produtiva, são elas: para os corretores de castanha (intermediários); diretamente para a indústria processadora de castanha; para a indústria de processamento do pedúnculo para fabricação de sucos, cajuínas e outras bebidas, bem como de doces; e para os distribuidores do caju de mesa; e o bagaço ou fibra resultante do processamento do

SAMIRA LOPES DE ALMEIDA • DANIEL FREIRE DE SOUSA • JULIANA JALES DE HOLLANDA CELESTINO

caju, um coproduto abundante nas fábricas de suco, que normalmente é descartado, tem sido utilizado na fabricação de hambúrguer (EMBRAPA, 2013).

Contudo, entre todos os produtos provenientes da cajucultura, o que possui maior valor agregado é a amêndoa proveniente do processamento da castanha (CAMELO, 2014). Da amêndoa tem sido ainda produzida uma espécie de queijo criado por empresários cearenses que utilizam as amêndoas quebradas, que têm baixo valor comercial para a indústria, servindo como uma forma de agregar valor ao alimento (TOOGE, 2020). Outras partes da planta, como os galhos podados, as cascas da árvore e as folhas, são ainda utilizadas na indústria química e na geração de energia, por serem fontes de tanino e goma (SERRANO; PESSOA, 2016).

Vidal-Neto *et al.* (2018) destacam que a cajucultura está passando por um processo de transição entre o extrativismo e o cultivo com bases técnicas, demandando novas tecnologias, entre as quais cultivares melhorados, com geração de produtos que atendam às exigências do mercado consumidor, caracterizado pela incorporação de clones selecionados da planta, que têm por características uma maior produtividade e qualidade do produto.

A representatividade comercial da produção do cajueiro no Ceará

A cajucultura se desenvolve com a participação de importantes atores, os quais são os produtores, as associações, os comerciantes, os fornecedores de insumos, além das indústrias de beneficiamento da castanha, que são geradoras de empregos diretos e indiretos (BRAINER; VIDAL, 2020). Diversos produtos podem ser explorados

CULTIVO DO CAJUEIRO (*ANACARDIUM OCCIDENTALE*) NO CEARÁ: ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MEDICINAIS

comercialmente, dentre eles: a madeira proveniente da poda da planta, a castanha e o caju (pedúnculo), que apresentam uma versatilidade de utilizações alimentícias e industriais (BRAINER; VIDAL, 2018).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2019, a área destinada à colheita no estado do Ceará foi de 269.829 hectares. A quantidade de castanha produzida foi de 87.659 toneladas, liderando o *ranking* nacional brasileiro entre os maiores produtores da castanha-de-caju, seguido dos estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Bahia e Maranhão (IBGE, 2020). Além disso, o Ceará é o estado que exporta o maior volume de castanha-

-de-caju do Nordeste (81,6%), tendo, assim, uma representatividade e importância no mercado nordestino e nacional (BRAINER; VIDAL, 2020). Os principais países para onde são exportados a castanha e seus derivados são: Estados Unidos, Canadá, Itália, Holanda e Alemanha (FIEC, 2019).

Trata-se de uma cultura de relevante importância social e econômica cearense, sendo responsável pelo emprego direto de 25.000 pessoas no campo e 12.000 na indústria. O cultivo do cajueiro, no Ceará, abrange todos os municípios do litoral, estendendo-se até a área semiárida, constituindo-se, em muitos locais, uma das poucas e rentáveis opções de exploração agrícola (EMATERCE, 2016).

Destaca-se que o desenvolvimento consistente de melhorias genéticas e manejo adequado dos plantios de cajueiro têm permitido moldar a estatura da planta para a colheita, regular o tamanho e a cor da amêndoa e do pseudofruto e aumentar a produtividade dos pomares. Além disso, a utilização de clones de cajueiro-anão-precoce é muito elevada em comparação com as plantas originais, frondosas, cultivadas de forma semiextrativista (PESSOA, 2003). O governo do estado promove ações de incentivo

SAMIRA LOPES DE ALMEIDA • DANIEL FREIRE DE SOUSA • JULIANA JALES DE HOLLANDA CELESTINO

ao plantio desse tipo de cajueiro por meio de programas como o Hora de Plantar, que distribui mudas de cajueiro-anão-precoce em diversos municípios. Em 2021, por exemplo, o município de Ocara, no Ceará, recebeu 75.050 mudas para beneficiar diretamente a 300 cajucultores, que plantarão 368 hectares (EMATERCE, 2021).

Estudos sobre atividades biológicas do cajueiro (*Anacardium occidentale*)

Além da utilização com fins comerciais, *Anacardium occidentale* é descrita como uma espécie utilizada na medicina popular. A castanha *in natura* é indicada como tônico e contra anemia; o caju usado na forma de suco também é indicado no tratamento da anemia e para diabetes; a casca do caule, na forma de decocção de uso externo, é utilizada para tratamento de ulcerações vaginais e, de forma interna, contra diarreias; e a resina ou goma é indicada contra verrugas e para tratamento de feridas e tosses (AGRA; DE FREITAS; BARBOSA FILHO, 2007).

A espécie faz parte do Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos do Ministério da Saúde, constando na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (Renissus), que se baseia na utilização com base na sabedoria popular e nas comprovações científicas, bem como prioriza a inclusão de plantas nativas dos diversos biomas do país, que possibilitam atender às doenças mais comuns nos brasileiros (BRASIL, 2009). *A. Occidentale* também está na relação do Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, que indica a utilização da casca do caule na forma de decocção para alívio sintomático de diarreia leve não infecciosa (BRASIL, 2021).

CULTIVO DO CAJUEIRO (*ANACARDIUM OCCIDENTALE*) NO CEARÁ: ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MEDICINAIS

Ademais dos registros de uso popular, após a realização de uma busca sobre atividades biológicas, observa-se que as diferentes partes da planta – casca do caule, castanha, caju, folhas e goma – demonstram diversas atividades biológicas, conforme pode ser observado no Quadro 1, que demonstra a atividade biológica e o tipo de material utilizado no estudo.

Quadro 1 – Atividades biológicas de diferentes partes de *Anacardium occidentale*

Parte da planta	Atividade biológica	Tipo de extração/material	Tipo de análise	Concentração/ dose	Referência
Caju	Anti-inflamatória e cicatrizante	Suco do caju verde	<i>In vivo</i>	2 ml	Vasconcelos <i>et al.</i> (2015)
	Hipoglicêmica	Polpa	<i>In vivo</i>	100 mg/kg	Dionísio <i>et al.</i> , 2015
	Antibiofilme	Suco da polpa	<i>In vitro</i>	500 µg/mL	Dias-Souza <i>et al.</i> (2017)
	Antiobesidade	Fibra do caju	<i>In vivo</i>	10%	Carvalho <i>et al.</i> (2019)
	Imunomoduladora	Suco	<i>In vivo</i>	3,5 ml/kg	Prasertsri <i>et al.</i> (2019)
	Antimicrobiana	Subproduto do suco	<i>In vitro</i>	50 e 100 µg/mL	Sousa <i>et al.</i> (2020)
	Gastroprotetora e antioxidante	Polpa e fibra	<i>In vivo</i>	1 mg/kg 0.05 mg/mL	Sabino <i>et al.</i> (2020)

(Continua)

Casca do caule	Hipoglicêmica	Extrato aquoso e metanólico	<i>In vivo</i>	200 mg/kg	Olatunji, Okwusidi e Soladoye (2005)
	Antimutagênica	Extrato metanólico	<i>In vitro</i>	500, 1000 e 2000 µg/mL	Barcelos <i>et al.</i> (2007)
	Antioxidante	Extrato etanólico	<i>In vitro</i>	100 µg/mL	Chaves <i>et al.</i> (2010)
	Hipotensiva	Extrato hexânico	<i>In vivo</i>	40 a 16 mg/Kg	Tchikaya <i>et al.</i> (2011)
	Anti-inflamatória	Extrato hidroalcoólico	<i>In vitro</i>	25, 50 e 100 µg/mL	Olajide, Aderogbba e Fiebich (2012)
	Larvicida	Fração hexânica	<i>In vitro</i>	LC50 4.01 mg/L e LC90 de 11.29 mg/L	Torres, Garbo e Walde (2015)
Castanha	Antidiabética	Extrato hidroetanólico	<i>In vitro</i>	100 µg/mL	Tedong <i>et al.</i> (2010)
	Antibacteriana	Líquido da casca da castanha	<i>In vitro</i>	0,35%	Ashraf e Rathinasamy (2018)
	Ansiolítica	Extrato hexânico da casca da castanha	<i>In vivo</i>	25 e 50 mg/mg	Gomes Júnior <i>et al.</i> (2018)
	Antioxidante	Administração oral	<i>In vivo</i>	100 mg/kg	Fusco <i>et al.</i> (2020)
	Hipotensiva	Fração proteica	<i>In vitro</i>	1,2 mg/mL	Arise <i>et al.</i> (2021)
Folhas	Antimicrobiana	Extrato etanólico	<i>In vitro</i>	20 mg/mL	Anand <i>et al.</i> (2015)
	Antidiabética	Extrato etanólico	<i>In vivo</i>	100 mg/kg	Jaiswal <i>et al.</i> (2017)
	Antioxidante e anti-inflamatória	Extrato hidroetanólico	<i>In vitro</i>	0.5 µg/mL e 5 µg/mL	Souza <i>et al.</i> (2017)
	Anti-inflamatória e bronco-dilatadora	Extrato etanólico	<i>In vivo</i>	500 mg/kg e 250 mg/kg	Awakan <i>et al.</i> (2017)
	Citotóxica	Hidroetanólico	<i>In vitro</i>	45 a 65 µg/mL	Santos <i>et al.</i> (2019)

(Continua)

Goma	Antibacteriana	Nanopartículas de prata	<i>In vitro</i>	6,75 µgAg / mL	Quelemes <i>et al.</i> (2013)
	Antidiarreica	Heteropolissacarídeo	<i>In vivo</i>	60 mg/kg	Araújo <i>et al.</i> (2015)
	Moduladora	Fração polissacarídica	<i>In vitro</i>	160 µg/mL	Yamassaki <i>et al.</i> (2015)
	Antinociceptiva e anti-inflamatória	Extrato padronizado livre de polissacarídeos	<i>In vitro</i>	150 mg/kg	Silva <i>et al.</i> (2017)
	Anti-inflamatória	Goma purificada	<i>In vivo</i>	90 mg/kg	Miranda <i>et al.</i> (2019)
	Esofagoprotetora	Goma purificada	<i>In vivo</i>	10%	Nicolau <i>et al.</i> (2019)
	Antitumoral	Polissacarídeo isolado	<i>In vivo</i>	50 e 100 mg/kg	Barros <i>et al.</i> (2020)
	Antiproliferativa	Goma purificada	<i>In vitro</i>	500 µg/mL	Ribeiro <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Elaboração própria (2021).

Um dos principais produtos provenientes do caju é a polpa ou suco. Como observado no Quadro 1, o suco apresenta atividade anti-inflamatória, cicatrizante, antibiofilme e imunomoduladora. Além disso, destaca-se que a fibra proveniente do processamento do caju apresenta atividade de gastroprotetora e antioxidante, ademais de promover a prevenção da obesidade. Ressalta-se que as diversas partes da planta e diferentes tipos de extratos apresentam o efeito anti-inflamatório, antioxidante, antimicrobiano e hipoglicêmico. Os presentes dados corroboram o fato de a planta estar incluída na lista da Rénisus, com considerável potencial de bioprospecção.

A casca do caule, que está na relação do Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira como antidiarreico, além da capacidade antioxidante e anti-inflamatória, apresenta ainda atividade hipoglicêmica, sendo uma alternativa para o tratamento da hiperglicemia, ten-

do importância também no controle da pressão arterial (hipotensivo). A castanha ainda tem demonstrado apresentar estas duas propriedades, além de ser um alimento funcional e com atividade antibacteriana, anticâncer e ansiolítica. Também se evidenciam diversas atividades de grande relevância científica para a goma do cajueiro, como as propriedades antitumoral, antiproliferativa e esofagoprotetora.

Esses resultados se devem à composição química das diversas partes da planta, como polissacarídeos, os quais são biomoléculas descritas na literatura como responsáveis por diversas atividades biológicas (TAMIELLO-ROSA *et al.*, 2019). Além disso, é importante ressaltar que diversos estudos trazem dados sobre a toxicidade de diferentes partes da planta, revelando a segurança quanto ao seu uso (COSTA *et al.*, 2020).

Considerações finais

O cajueiro detém uma importante representatividade socioeconômica para o Brasil, para o Nordeste e para o estado do Ceará, estando presente em outros países. A cajucultura é considerada uma cultura de geração de emprego nos municípios cearenses, a qual lidera o *ranking* nacional brasileiro de produção e área plantada. Diversos produtos podem ser comercializados a partir da produção da espécie *Anacardium occidentale* (cajueiro), que também se mostra como uma espécie muito relevante do ponto de vista científico, bem como do ponto de vista das propriedades medicinais que apresentam as diversas partes da planta, ademais das partes destinadas para fins comestíveis (caju e castanha), assim como a casca, as folhas e a goma. Além disso, observa-se que até mes-

CULTIVO DO CAJUEIRO (*ANACARDIUM OCCIDENTALE*) NO CEARÁ: ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MEDICINAIS

mo o bioproduto do processamento do suco do caju é um material responsável por atividades biológicas que está sendo empregado na alimentação humana.

Compreende-se, assim, a importância desta planta como uma fonte de compostos para tratar diversas enfermidades, desde condições mais simples, como diarreias, até problemas como refluxo e câncer. *Anacardium occidentale* é mais do que uma espécie de fonte de renda para o Ceará e demais locais que a produzem; é uma planta fonte de diversas propriedades medicinais.

Referências

AGRA, D. F. M.; DE FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M.

Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 114-140, 2007.

ANAND, G. *et al.* In vitro antimicrobial and cytotoxic effects of *Anacardium occidentale* and *Mangifera indica* in oral care. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 69-74, 2015.

ARAÚJO, T. S. L. *et al.* Antidiarrheal activity of cashew GUM, a complex heteropolysaccharide extracted from exudate of *Anacardium occidentale* L. in rodents. *Journal of Ethnopharmacology*, [S.l.], v. 174, p. 299-307, 2015.

ARISE, R. O. *et al.* Blood pressure and sugar regulating potentials of *Anacardium occidentale* nut globulin and albumin hydrolysates. *Heliyon*, [S.l.], v. 7, n. 3, p. e06384, 2021.

ASHRAF, S.; RATHINASAMY, K. Antibacterial and anticancer activity of the purified cashew nut shell liquid: implications in cancer chemotherapy and wound healing. *Natural Product Research*, [S.l.], v. 32, n. 23, p. 2856-2860, 2018.

AWAKAN, O. J. *et al.* Anti-inflammatory and bronchodilatory constituents of leaf extracts of *Anacardium occidentale*

tale L. in animal models. *Journal of Integrative Medicine*, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 62-70, 2018.

BARCELOS, G. R. M. *et al.* Evaluation of mutagenicity and antimutagenicity of cashew stem bark methanolic extract in vitro. *Journal of Ethnopharmacology*, [S.l.], v. 114, n. 2, p. 268-273, 2007.

BARROS, A. B. *et al.* Evaluation of antitumor potential of cashew gum extracted from *Anacardium occidentale* Linn. *International Journal of Biological Macromolecules*, [S.l.], v. 154, n. 2020, p. 319-328, 2020.

BRAINER, M. S. C.; VIDAL, M. Cajucultura. *Caderno Setorial Etene*, Fortaleza, v. 5, p. 1-16, 2020.

BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina em recuperação. *Caderno Setorial Etene*, Fortaleza, v. 54, n. 3, p. 1-13, 2018.

BRASIL. *Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira*. 2. ed. Brasília, DF: Anvisa, 2021.

BRASIL. *Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/junho/06/renisus.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.

CAMELO, C. O. *Mercado internacional da amêndoa da castranha-de-caju: um panorama de 2003 a 2012*. 2014. 56

f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão do Agronegócio) – Programa de Graduação em Gestão do Agronegócio, Universidade de Brasília, DF, 2014

CARVALHO, D. V. *et al.* Cashew apple fiber prevents high fat diet-induced obesity in mice: An NMR metabolomic evaluation. *Food and Function*, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 1671-1683, 2019.

CHAVES, M. H. *et al.* Fenóis totais, atividade antioxidante e constituintes químicos de extratos de *Anacardium occidentale* L., *Anacardiaceae*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 106-112, 2010.

COSTA, R. A. *et al.* Phytochemical profile of *Anacardium occidentale* L. (Cashew tree) and the cytotoxic and toxicological evaluation of its bark and leaf extracts. *South African Journal of Botany*, [S.l.], v. 135, p. 355-364, 2020.

BRITO, E. S.; SILVA, E. O.; RODRIGUES, S. Caju: *Anacardium occidentale*. *Exotic Fruits*, [S.l.], p. 85-89, 2018.

DIAS-SOUZA, M. V. *et al.* Antibiofilm activity of cashew juice pulp against *Staphylococcus aureus*, high performance liquid chromatography/diode array detection and gas chromatography-mass spectrometry analyses, and interference on antimicrobial drugs. *Journal of Food and Drug Analysis*, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 589-596, 2017.

DIONÍSIO, A. P. *et al.* Cashew-apple (*Anacardium occidentale* L.) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) functional beverage improve the diabetic state in rats. *Food Research International*, [S.l.], v. 77, p. 171-176, 2015.

EMATERCE. *Ematerce: agricultura familiar transformando a cajucultura cearense*. Fortaleza: Ematerce, 2016.

EMATERCE. *Hora de plantar: Ematerce distribui mudas de cajueiro anão em Ocara-CE*. Fortaleza: Ematerce, 2021.

EMBRAPA. *Elaboração de hambúrguer de fibra de caju e proteínas vegetais*. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

FIEC. *Ceará lidera em 2018 a exportação de castanha-de-caju no Brasil*. Fortaleza: FIEC, 2018. Disponível em: <https://www1.sfipec.org.br/fiec-noticias/search/139436/exportacoes-cearenses-caem-48-em-relacao-a-janeiro-de-2020>. Acesso em: 4 maio 2021.

FUSCO, R. *et al.* Consumption of *Anacardium occidentale* L. (Cashew Nuts) inhibits oxidative stress through modulation of the Nrf2/HO-1 and NF-kB Pathways. *Molecules*, [S.l.], v. 25, p. 1-18, 2020.

GOMES JÚNIOR, A. L. *et al.* Anxiolytic effect of anacardic acids from cashew (*Anacardium occidentale*) nut shell in mice. *IUBMB Life*, [S.l.], n. Jan., p. 1-12, 2018.

IBGE. *Produção Agrícola-Lavoura Permanente*. Brasília, DF: IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/15/11915?indicador=11918&tipo=ranking>. Acesso em: 23 abr. 2021.

JAISWAL, Y. S. *et al.* Antidiabetic activity of extracts of *Anacardium occidentale* Linn. leaves on n-streptozotocin diabetic rats. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 421-427, 2017.

LIMA, V. P. M. S. Modelos de exploração do cajueiro. In: LIMA, V. P. M. S. (org.). *A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil*. Fortaleza: BNB, 1988. p. 107-117.

MIRANDA, J. A. L. *et al.* Protective effect of cashew gum (*Anacardium occidentale* L.) on 5-fluorouracil-induced intestinal Mucositis. *Pharmaceuticals*, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 1-17, 2019.

NICOLAU, L. A. D. *et al.* Cashew gum, a biopolymer, topically protects esophageal mucosa in non erosive reflux disease: A promising translational study. *Carbohydrate Polymers*, [S.l.], v. 226, p. 115-205, 2019.

OLAJIDE, O. A.; ADEROGBA, M. A.; FIEBICH, B. L. Mechanisms of anti-inflammatory property of *Anacardium occidentale* stem bark: Inhibition of NF- κ B and MAPK signalling in the microglia. *Journal of Ethnopharmacology*, [S.l.], v. 145, n. 1, p. 42-49, 2013.

OLATUNJI, L. A.; OKWUSIDI, J. I.; SOLADOYE, A. O. Antidiabetic effect of *Anacardium occidentale* stem-bark in fructose-diabetic rats. *Pharmaceutical Biology*, v. 43, n. 7, p. 589-593, 2005.

OLIVEIRA, A. B. B. *et al.* O empreendedorismo rural na cajucultura: um estudo de caso. *Holos*, Natal, v. 5, p. 116-139, 2018.

PESSOA, P. F. A. *Importância econômica da cajucultura*. Fortaleza: Embrapa, 2003.

PRASERTSRI, P. *et al.* Cashew apple juice supplementation enhances leukocyte count by reducing oxidative stress after high-intensity exercise in trained and untrained men. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 31, 2019.

CULTIVO DO CAJUEIRO (*ANACARDIUM OCCIDENTALE*) NO CEARÁ: ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MEDICINAIS

- QUELEMES, P. V. *et al.* Development and antibacterial activity of cashew gum-based silver nanoparticles. *International Journal of Molecular Sciences*, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 4969-4981, 2013.
- RIBEIRO, F. O. S. *et al.* Anti-proliferative profile of *Anacardium occidentale* polysaccharide and characterization by AFM. *International Journal of Biological Macromolecules*, [S.l.], v. 156, p. 981-987, 2020.
- SABINO, L. *et al.* Polysaccharides from acerola, cashew apple, pineapple, mango and passion fruit co-products: Structure, cytotoxicity and gastroprotective effects. *Bio-active Carbohydrates and Dietary Fibre*, [S.l.], v. 24, 2020.
- SANTOS, J. M. *et al.* Effect of *Anacardium occidentale* leaf extract on human acute lymphoblastic leukaemia cell lines. *Natural Product Research*, [S.l.], v. 33, n. 11, p. 1633-1636, 2019.
- SERRANO, L. A. L.; PESSOA, P. F. A. P. Aspectos econômicos da cultura do cajueiro. *Sistema de Produção do Caju*, Brasília, DF, p. 10-23, 2016.
- SOUSA, J. M. S. *et al.* Cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) extract from a by-product of juice processing: assessment of its toxicity, antiproliferative and antimicrobial activities. *Journal of Food Science and Technology*, [S.l.], v. 58, n. 2, p. 764-776, 2021.
- SOUZA, N. C. *et al.* Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Anacardium occidentale* Leaf Extract. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, [S.l.], 2017.
- TAMIELLO-ROSA, C. S. *et al.* Pectins from cashew apple fruit (*Anacardium occidentale*): Extraction and chemical characterization. *Carbohydrate Research*, [S.l.], v. 483, p. 107752, 2019.
- TCHIKAYA, F. O. *et al.* *Anacardium occidentale* Linn. (*Anacardiaceae*) stem bark extract induces hypotensive and cardio-inhibitory effects in experimental animal models.

SAMIRA LOPES DE ALMEIDA • DANIEL FREIRE DE SOUSA • JULIANA JALES DE HOLLANDA CELESTINO

- African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 452-461, 2011.
- TEDONG, L. *et al.* Hydro-ethanolic extract of cashew tree (*Anacardium occidentale*) nut and its principal compound, anacardic acid, stimulate glucose uptake in C2C12 muscle cells. *Molecular Nutrition and Food Research*, [S.l.], v. 54, n. 12, p. 1753-1762, 2010.
- TOOGE, R. Agro: a indústria-riqueza do Brasil. De onde vem o que eu como: caju pode virar até “queijo”, mas não é fruta. *G1*, 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/agro-a-industria-riqueza-do-brasil/noticia/2020/10/02/de-onde-vem-o-que-eu-como-caju-pode-virar-ate-queijo-mas-nao-e-fruta.ghml>. Acesso em: 25 abr. 2021.
- TORRES, R. C.; GARBO, A. G.; WALDE, R. Z. M. L. Characterization and bioassay for larvicidal activity of *Anacardium occidentale* (cashew) shell waste fractions against dengue vector *Aedes aegypti*. *Parasitology Research*, [S.l.], v. 114, n. 10, p. 3699-3702, 2015.
- VASCONCELOS, M. S. *et al.* Anti-inflammatory and wound healing potential of cashew apple juice (*Anacardium occidentale* L.) in mice. *Experimental Biology and Medicine*, [S.l.], v. 240, n. 12, p. 1648-1655, 2015.
- VIDAL-NETO, F. C. *et al.* Desempenho agrônomico de clones de cajueiro no litoral do Ceará. Fortaleza: Embrapa, 2018.
- YAMASSAKI, F. T. *et al.* Effect of the native polysaccharide of cashew-nut tree gum exudate on murine peritoneal macrophage modulatory activities. *Carbohydrate Polymers*, [S.l.], v. 125, p. 241-248, 2015.

CULTIVO DO CAJUEIRO (ANACARDIUM OCCIDENTALE) NO CEARÁ: ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MEDICINAIS

ANEXO B- RESUMO SOBRE EFEITOS DA CASCA DO CAULE DO CAJUEIRO



EFEITOS DA CASCA DO CAULE DO CAJUEIRO – *ANACARDIUM OCCIDENTALE*: UMA REVISÃO

¹ Samira Lopes de Almeida, Alesandro Silva Ferreira², Faúsia da Verónica Eduardo Pafo³, Albanise Barbosa Marinho⁴, Daniel Freire de Sousa⁵, Juliana Jales de Hollanda Celestino⁶

¹ Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB;

² Graduando em Farmácia pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB;

³ Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

⁴ Doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

⁵ Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará-UFC;

⁶ Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Estadual do Ceará- UECE.

Área temática: (Biomedicina e Inovações em Pesquisas, Biotecnologia e inovações em Saúde, Inovações em farmacologia)

Modalidade: Comunicação Oral

E-mail do autor: samiraalmeida0517@gmail.com

RESUMO

INTRODUÇÃO: O Brasil apresenta diversas espécies nativas que apresentam importante papel quanto ao seu uso medicinal, sendo *Anacardium occidentale* L. uma dessas espécies. Estudos etnofarmacológicos destacam o uso da casca do caule da planta para problemas inflamatórios, antibacteriano, entre outros. Além disso, dados revelam a presença de compostos bioativos que corroboram com seu uso popular. **OBJETIVO:** este estudo objetivou realizar uma revisão de literatura acerca dos efeitos da casca do caule de *Anacardium occidentale* e dos seus constituintes químicos. **MÉTODOS:** Para isto, foi realizada uma busca nas bases de dados: Periódicos CAPES, PubMed/Medline, Scielo e ScienceDirect, no período de junho-julho de 2022, utilizando descritores DeCS/MeSH: Efeito, *Anacardium occidentale*, casca de planta. **RESULTADOS:** Foram selecionados artigos sobre a casca do caule, em relação aos constituintes químicos e efeitos por meio da avaliação em modelos *in silico*, *in vitro* ou *in vivo*. Foram selecionados artigos sobre os efeitos antidiarreico, antifúngico, anti-inflamatório e antinociceptivo, antibacteriano, antimutagênico, cicatrizante, citotóxico e hipoglicêmico. Bem como observou-se a presença de diversos compostos fitoquímicos como, compostos fenólicos, ácido anacárdico e taninos. **CONCLUSÃO:** Portanto considera-

se que a casca de *A. occidentale* é uma importante fonte de compostos bioativos utilizada etnofarmacológico e que têm sido evidenciados em estudos *in vitro* e *in vivo*.

Palavras-chave: Etnofarmacologia; Planta medicinal; Cajueiro.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado como um dos países que detêm a maior parcela de biodiversidade vegetal e reúne uma ampla tradição do uso popular de plantas para fins medicinais para o tratamento de diferentes doenças agudas e crônicas (BRAGA, 2020). Essa prática despertou a atenção de pesquisadores na busca de plantas medicinais nativas e de seus princípios ativos, como é o caso da espécie *Anacardium occidentale* (SOUSA *et al.*, 2021).

Anacardium occidentale, conhecida popularmente como cajueiro, pertence à família Anacardiaceae. É uma frutífera tropical nativa do Brasil, com ampla distribuição geográfica. Essa espécie é conhecida por seu papel socioeconômico, pela comercialização dos produtos obtidos a partir da castanha de caju e do caju (BRITO; SILVA; RODRIGUES, 2018). Além disso, estudos etnofarmacológicos indicam o uso medicinal de partes da planta, como a casca do caule, a qual é relatado o uso da decocção ou infusão como bebida ou colocada sobre o local afetado com a finalidade de antisséptico, para problemas de garganta, dor de dente, higiene feminina, câncer e inflamação de órgãos internos no Brasil, e no Sul e Norte da África para infecções e doenças neurodegenerativas (CARTAXO *et al.*, 2010; COSTA *et al.*, 2021).

Além dos estudos etnofarmacológicos indicarem o uso da casca de *A. occidentale* como planta medicinal, no Brasil seu uso é incentivado por meio da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, a qual destaca *A. occidentale* como uma das espécies que integram a Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao Sus (RENISUS) e a Lista de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, sendo a casca do caule indicada para o tratamento de diarreia (BRASIL, 2009; ANVISA, 2021). Diante disso, considerando o uso etnofarmacológico relatado da casca do caule de *A. occidentale*, o presente estudo objetivou realizar uma revisão de literatura acerca dos efeitos da casca do caule de *Anacardium occidentale* e dos seus constituintes químicos.

2 MÉTODO

Para realização desta pesquisa foi realizada uma revisão de literatura nas bases de dados: Periódicos CAPES, PubMed/Medline, Scielo e ScienceDirect, no período de junho-julho de 2022, utilizando os seguintes descritores DeCS/MeSH: Efeito, *Anacardium occidentale*, casca de planta. Foram inicialmente avaliados os títulos e os resumos de todos os artigos identificados pelas estratégias de busca. Como critério de inclusão, os trabalhos incluídos foram estudos experimentais com a extração de compostos químicos da casca do caule de *A. occidentale* e os respectivos constituintes químicos encontrados, bem como a avaliação do efeito em modelos (*in silico*, *in vitro* ou *in vivo*). Os trabalhos que não atenderam aos critérios de inclusão não foram selecionados, assim como estudos de revisão de literatura ou trabalhos não disponíveis na íntegra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização das buscas, foram encontrados sobre estudos sobre os respectivos efeitos: antidiarreico, antifúngico, anti-inflamatório, antibacteriano, antimutagênico, cicatrizante, citotóxico e hipoglicêmico que corroboram com seu uso etnofarmacológico. Como pode ser observado na tabela 1

Tabela 1. Efeitos para a saúde e composição química da casca do caule de *A. occidentale*

Efeitos para a saúde	Tipo de estudo	Material analisado	Referência
Antidiarreico inibição do receptor muscarínico da acetilcolinesterase.	<i>In vitro</i> , <i>in silico</i> e <i>in vivo</i>	Fração acetato de etila	Omolaso <i>et al.</i> , 2021
Anti-inflamatório (controle da migração de leucócitos e dos mediadores inflamatórios e sobre lesões de artrite)	<i>In vivo</i>	Fração acetato de etila	Mota; Thomas; Barbosa Filho (1985)
Anti-inflamatório e analgésico (modelos de edema de orelha e peritonite)	<i>In vivo</i>	Extrato acetônico	Vanderlind e <i>et al.</i> , 2009.
Redução da expressão de mediadores e citocinas inflamatórias (iONS, PGE2, TLF- α , IL-6 IL-1 e a expressão gênica de COX-2)	<i>In vivo</i>	Extrato metanólico	Ollaide <i>et al.</i> , 2013; Vilar <i>et al.</i> , 2016
Efeito cicatrizante	<i>In vivo</i>	Gel cicatrizante	

Melhora no processo inflamatório e no reparo tecidual.

Efeito hipoglicêmico (redução dos níveis séricos de glicose em cães saudáveis)	<i>In vivo</i>	Extrato hexânico	Furtado et al. (2019)
Redução significativa no nível de glicose sérica em comparação ao controle após a administração de glicose	<i>In vivo</i>	Extrato diclorometano	Alexander-Lindo et al., 2004
Antimicrobiano (inibição do crescimento bacteriano de <i>Streptococcus mitis</i> , <i>S. mutans</i> , <i>S. oralis</i> , <i>S. salivarius</i> <i>S. sanguinis</i> e <i>S. sobrinus</i> .)	<i>In vitro</i>	Taninos isolados	Singh et al., 2009)
(inibição do crescimento de <i>Escherichia coli</i> e <i>S. mutans</i>)	<i>In vitro</i>	Ácido anacárdico	Araújo et al., 2018
Inibição do crescimento <i>Staphylococcus aureus</i>	<i>In vitro</i>	Extrato hidroalcoólico	Amorim et al., 2021
Inibição do crescimento de <i>Candida albicans</i> , <i>Candida krusei</i> e <i>Candida tropicalis</i> em ensaios <i>in vitro</i> .	<i>In vitro</i>	Extrato etanólico	Silva et al., 2007
Efeito antimutagênico (redução na frequência de alterações cromossômicas em culturas tratadas com Dexorubicina)			Costa et al., 2021
Citotóxico (baixa toxicidade em células normais e atividade citotóxica contra células HCT-116, HL60 e P815).	<i>In vitro</i>	Extrato metanólico	Barcelos et al., 2007

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto a composição química, os estudos destacam a presença de compostos fenólicos (catequina, epicatequina, epigallocatequina, flavonoides, ácido gálico), além de taninos, esteróides, triterpenóides, carboidratos, aminoácidos, alcaloides e saponinas (FURTADO *et al.*, 2019).

3 CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados nesta revisão, observa-se que a casca do caule de *A. occidentale* apresenta diversos efeitos que corroboram com os relatos de uso na medicina popular. Verifica-se ainda, conforme foi ressaltado, a presença de compostos fenólicos, ácido anacárdico e taninos nos diferentes tipos de extratos e frações analisados. Portanto, considera-se que a casca do caule de *A. occidentale* é uma importante fonte de compostos bioativos utilizada etnofarmacologicamente e que têm sido evidenciadas em estudos *in vitro*, *in silico* e *in vivo*.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, 2ª edição. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>. Acesso em 27 de fevereiro de 2022.
- ALEXANDER-LINDO, R. L., *et al.* Hypoglycaemic effect of stigmast-4-en-3-one and its corresponding alcohol from the bark of *Anacardium occidentale* (cashew). *Phytotherapy Research: PTR*, v.18, n.5, p.403–407. <https://doi.org/10.1002/ptr.1459>. 2004.
- AMORIM, L. S., *et al.* In vitro antibacterial and anti-inflammatory effects of *Anacardium occidentale* L. extracts and their toxicity on PBMCs and zebrafish embryos. *Drug and Chemical Toxicology*. <https://doi.org/10.1080/01480545.2021.1981365>. 2021.
- BARCELOS, G. R. M. *et al.* Genotoxicity and antigenotoxicity of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in V79 cells. *Toxicology in Vitro: An International Journal Published in Association with BIBRA*, v.2, n.8, p.1468–1475. <https://doi.org/10.1016/J.TIV.2007.06.006>. 2007.
- BRAGA, C. F. Brazilian traditional medicine: Historical basis, features and potentialities for pharmaceutical development. *Journal of Traditional Chinese Medical Sciences*, v.8, p. 44–50. <https://doi.org/10.1016/J.JTCMS.2020.06.005>. 2021
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portal da Saúde: Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. 2009. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/sus/pdf/marco/ms_relacao_plantas_medicinais_sus_0603.pdf Acesso em maio de 2022.
- CARTAXO, S. L. *et al.* Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*. v. 131. p. 326-342. 2010.
- COSTA, A. R., *et al.*,. Phytochemical profile and anti-Candida and cytotoxic potential of *Anacardium occidentale* L. (cashew tree). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 37, p.102-192. <https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2021.102192>. 2021.
- COSTA, A. R. *et al.* Phytochemical profile of *Anacardium occidentale* L. (cashew tree) and the cytotoxic and toxicological evaluation of its bark and leaf extracts. *South African Journal of Botany*, v.135, p.355–364. <https://doi.org/10.1016/J.SAJB.2020.09.017>. 2020.
- DE ARAÚJO, J. S. C., *et al.* Antibacterial activity against cariogenic bacteria and cytotoxic and genotoxic potential of *Anacardium occidentale* L. and *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan extracts. *Archives of Oral Biology*, v.85, p.113–119. <https://doi.org/10.1016/J.ARCHORALBIO.2017.10.008>. 2018.
- DE BRITO, E. S., DE OLIVEIRA SILVA, E.; RODRIGUES, S. Caju—*Anacardium occidentale*. In, *Exotic Fruits*, 85–89. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00012-5>. 2018.
- ENCARNAÇÃO, S., M, S *et al.* Total phenolic content, antioxidant activity and pre-clinical safety evaluation of an *Anacardium occidentale* stem bark Portuguese hypoglycemic traditional herbal preparation. *Industrial Crops and Products*, v.82, p.171–178. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2015.11.001>. 2016.
- MOTA, M.L.R; THOMAS.G, BARBOSA FILHO, J.M.. Anti-inflammatory actions of tannins isolated from the bark of *Anacardwm occidentale* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 13(3), 289–300. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(85\)90074-1](https://doi.org/10.1016/0378-8741(85)90074-1). 1985.
- OLAJIDE, O. A; ADEROGBA, M. A; FIEBICH, B. L. Mechanisms of anti-inflammatory property of *Anacardium occidentale* stem bark: inhibition of NF-κB and MAPK signalling in the microglia. *Journal of Ethnopharmacology*, v145, n.1, p.42–49. <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2012.10.031>. 2013.

OMOLASO, B. O., *et al.* Evaluation of the gastrointestinal anti-motility effect of *Anacardium occidentale* stem bark extract: A mechanistic study of antidiarrheal activity. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, v.1, n.6, p. 776–782. <https://doi.org/10.1016/J.JPHA.2020.06.009>. 2021.

SINGH, R. Antihyperglycemic effect of ethanolic extract and fractions of *Anacardium occidentale* l. stem bark in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*, v.1, n.1, p. 16-19. 2009.

DA SILVA, J. G., *et al.* Atividade antimicrobiana do extrato de *Anacardium occidentale* Linn. em amostras multiresistentes de *Staphylococcus aureus*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17(4), 572–577. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000400016>. 2007.

VANDERLINDE, F. A. *et al.* Evaluation of the antinociceptive and anti-inflammatory effects of the acetone extract from *Anacardium occidentale* L. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v.45, n.3, p. 437–442. <https://doi.org/10.1590/S1984-82502009000300008>. 2009.

VILAR, M. S., *et al.* Assessment of Phenolic Compounds and Anti-Inflammatory Activity of Ethyl Acetate Phase of *Anacardium occidentale* L. Bark. *Molecules*, v. 21, n.8. p.1877-1894. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES21081087>. 2016.

ANEXO C- ESTUDOS SOBRE *Anacardium occidentale* L. EM PARÂMETROS DE SÍNTESE METABÓLICA



1ST PAN-AMERICAN CONGRESS OF
MEDICINAL PLANTS AND INTEGRATIVE HEALTH
INTERSECTION WITH TRADICIONAL AND
COMPLEMENTARY MEDICINES

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE *Anacardium occidentale* L. EM PARÂMETROS DE SÍNDROME METABÓLICA: UMA REVISÃO

Samira Lopes de Almeida¹ - Especialização; Daniel Freire de Sousa²-Doutorado, Juliana Jales de Hollanda Celestino³-Doutorado

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira¹ samiraalmeida0515@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2688-8901>.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira² daniel@unilab.edu.br,

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira³, juliana.celestino@unilab.edu.br.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9930-7541>.

A síndrome metabólica representa um agrupamento de anormalidades metabólicas e físicas, que incluem obesidade abdominal, dislipidemia, diabetes e hipertensão. Estas condições clínicas estão diretamente associadas com o risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, que segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), são consideradas como uma das principais causas de mortalidade no mundo e que se configura como um problema de saúde pública. A população recorre a diferentes tipos de tratamentos para o controle de parâmetros de síndrome metabólica, dentre eles, a utilização de plantas medicinais. No Brasil, visando promover e reconhecer as práticas populares do uso de plantas medicinais e inseri-las no Sistema Único de Saúde (SUS), foi criada a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. Entre as plantas com grande relevância no Brasil e que se destaca quanto à sua indicação em relação ao seu uso medicinal é a *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae), popularmente conhecida como cajueiro. A espécie é listada na Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS e na Relação de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, além disso, diversos levantamentos etnofarmacológicos apontam o uso popular de diversas partes desta planta. Associado ao conhecimento popular, diversos estudos experimentais têm demonstrado uma série de atividades biológicas de diferentes partes de *A. occidentale*. Com base nisso e na importância de controle de parâmetros de síndrome metabólica, é importante analisar se existem pesquisas sobre a referida espécie de planta associada a condições de síndrome metabólica. Diante disso, o presente trabalho objetivou realizar uma revisão de estudos da espécie *A. occidentale* sobre os parâmetros de síndrome metabólica (obesidade, dislipidemia, diabetes e hipertensão). Para isto, foram realizadas buscas nas bases de dados PubMed/Medline e ScienceDirect no período de março de 2022, utilizando o termo "*Anacardium um occidentale*" juntamente como "anti obesity effect" ou "hypoglycemic effect", "hypolipidemic effect", "hypotensive effect", respectivamente e os dados analisados de forma quali e quantitativa. Diante dos resultados das buscas foram observados estudos sobre efeitos anti obesidade para a fibra obtida a partir do caju (03); hipoglicêmico das folhas (03), casca do caule (03), castanha de caju (01) e do caju (01) e raízes (01). Quanto ao efeito hipolipidêmico, evidenciou-se estudos utilizando a fibra do caju (02). Em relação ao efeito anti-hipertensivo, verificou-se apenas um estudo, o qual utilizou casca do caule. Diante desses resultados, compreende-se que o efeito hipoglicêmico apresenta a maior quantidade de estudos, assim como foi evidenciado este efeito em diferentes partes da planta, quando comparada às outras atividades, as quais se detêm apenas em uma ou duas partes da planta. Contudo, observa-se que todas as partes que foram pesquisadas demonstraram resultados em algum dos parâmetros de síndrome metabólica. Diante disso,

considera-se que *A. occidentale* representa uma importante planta medicinal e que apresenta potencial para investigações em parâmetros de síndrome metabólica.

Palavras-chave. Planta medicinal. Cajueiro. Alterações metabólica.

ANEXO D- CAJU NA PRODUÇÃO DE PREBIÓTICOS E PROBIÓTICOS

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DO CAJU (ANACARDIUM OCCIDENTALE L.) NA PRODUÇÃO DE PREBIOTICOS E PROBIOTICOS: UMA REVISÃO

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DO CAJU (ANACARDIUM OCCIDENTALE L.) NA PRODUÇÃO DE PREBIÓTICOS E PROBIÓTICOS: UMA REVISÃO

Biotechnological potential of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in the production of prebiotics and probiotics: a review

Samira Lopes de Almeida¹; Alesandro Silva Ferreira²; Kesley Pessoa de Sousa³; Francisco Glauber Peixoto Ferreira⁴; Daniel Freire de Sousa⁵; Juliana Jales de Hollanda Celestino⁶

¹Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), E-mail: samiraalmeida0517@gmail.com

²Acadêmico do curso de Farmácia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira (UNILAB).

³Acadêmico do curso de Farmácia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira (UNILAB).

⁴Mestrando em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira (UNILAB).

⁵Doutor em Biotecnologia. Docente da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira (UNILAB).

⁶Doutora em Ciências Veterinárias. Docente da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

Data do recebimento: 11/06/2022 - Data do aceite: 22/11/2022

RESUMO: Probióticos e prebióticos são classificados como alimentos funcionais e representam importante papel para regulação da microbiota intestinal. Subprodutos da agricultura representam fontes promissoras para produção desses tipos de alimentos, além de representarem uma fonte sustentável. Neste contexto se destaca o caju, um dos principais subprodutos da cajucultura. Diante disso, neste estudo objetivou-se realizar uma revisão de literatura sobre estudos de avaliação do caju na produção de prebióticos e probióticos. Para isto, foi realizada uma revisão de literatura utilizando as bases de dados Periódicos CAPES, PubMed/Medline, Scielo e ScienceDirect com as seguintes palavras-chave: *cashew apple Prebiotic* e *cashew apple probiotic*. Foram selecionados trabalhos que utilizaram o caju, bem como destacaram o tipo de

espécie utilizadas. Os artigos que não atenderam aos critérios de inclusão não foram incluídos. Após as buscas, se observou que o caju apresenta diversas potencialidades para produção de prebióticos e probióticos a partir da utilização de diferentes tipos de cepas do gênero *Lactobacillus*, por exemplo, além de conter substâncias de interesse para a saúde, como vitaminas, representando substrato adequado e com baixo custo para produção de oligossacarídeos, quando comparados a outros substratos.

Palavras-chave: Alimento funcional. Subproduto. Cajucultura.

ABSTRACT: Probiotics and prebiotics are classified as functional food and play an important role in regulating the intestinal microbiota. Agricultural by-products represent promising sources for the production of these types of foods, besides representing a sustainable source. In this context, cashew stands out as one of the main by-products of cashew farming. In view of this, this study aimed to carry out a literature review on studies of cashew evaluation in the production of prebiotics and probiotics. For this purpose, a literature review was conducted using CAPES Periodicals, PubMed/Medline, Scielo and ScienceDirect databases with the following keywords: cashew apple Prebiotic and cashew apple probiotic. Papers that used cashew were selected, as well as highlighted the type of species used. Articles that did not meet the inclusion criteria were not included. After the searching, it was observed that cashew, presents several potential for production of prebiotics and probiotics from the use of different types of strains of the genus *Lactobacillus*, for example, besides containing substances of interest to health as vitamins representing suitable substrate and with low cost for production of oligosaccharides, when compared to other substrates

Keywords: Functional food. By-product. Cashew culture.

Introdução

Nos últimos anos, a importância da microbiota intestinal na saúde tornou-se cada vez mais proeminente em razão de seus benefícios fisiológicos, como fortalecer a integridade intestinal ou moldar o epitélio intestinal, na captação de energia, proteção contra patógenos e regular a imunidade do hospedeiro. Por conseguinte, há um interesse crescente em intervenções que possam atuar regulando a microbiota e as suas relações com o hospedeiro (THURSBY; JUGE, 2017). Neste sentido, ingredientes com

benefícios associados ao intestino e ao microbioma estão cada vez mais incluídos em uma variedade de alimentos e suplementos, como é o caso dos probióticos e prebióticos, que representam uma das substâncias mais utilizadas para manter um microbioma saudável ou restabelecer seu equilíbrio quando a homeostase bacteriana é afetada (QUIGLEY, 2019; CUNNINGHAM et al., 2021).

Os probióticos podem ser definidos como microrganismos vivos não patogênicos, incluindo a flora bacteriana comensal, que têm efeitos benéficos na saúde do hospedeiro e na prevenção e/ou no tratamento de doen-

ças quando administrados em quantidades adequadas (KUNES; KVVETINA, 2016). Os microrganismos mais comuns usados como probióticos são as bactérias lácticas, principalmente os gêneros: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Bifidobacteria* e algumas leveduras como *Saccharomyces boulardii*. Os efeitos benéficos dos probióticos têm sido amplamente utilizados na melhoria da saúde do hospedeiro e no tratamento de diversas patologias infecciosas e não infecciosas em modelos animais (MALDONADO GALDEANO et al., 2019).

Os compostos prebióticos foram descritos inicialmente descritos como “ingrediente alimentar não digerível que afeta benéficamente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento e/ou atividade bactérias no cólon, e desta forma, melhora a saúde do hospedeiro”. De acordo com essa definição, apenas alguns carboidratos, como β -frutanos de cadeia curta e longa como os Fruto-oligossacarídeos (FOS) e inulina, lactulose e glico-oligossacarídeos, podem ser classificados (DAVANI-DAVARI et al., 2019). No entanto, esta definição tem sido expandida e os prebióticos passaram a ser considerados como qualquer substrato que é seletivamente utilizado pelos microrganismos hospedeiros, para além dos normalmente presentes no trato intestinal, com resultados benéficos para a saúde (GIBSON et al., 2017).

Um dos principais benefícios de promoção da utilização desses gêneros alimentícios é a produção de ácidos graxos de cadeia curta que regulam uma série de funções intestinais e fora do intestino, incluindo função de barreira epitelial e mucosa do intestino, e atuando na modulação de processos inflamatórios, no metabolismo da glicose e de lipídeos, além do gasto energético e da saciedade (BLAACK et al., 2020). Além disso, estudos demonstram que prebióticos isolados podem atuar induzindo o metabolismo da glicose

através da indução da modulação do eixo microbioma-intestino-cérebro, o qual tem relação direta com a prevenção do diabetes e da obesidade induzidos por dieta rica em gordura (KHANGWAL; SHUKLA, 2019).

Diante disso, a produção de alimentos funcionais contendo ingredientes prebióticos é uma área que tem destaque determinante na indústria alimentícia nos últimos anos e considerado como um mercado bastante promissor, não só em relação do ponto de vista econômico, quanto pela comprovação científica de seus benefícios. Em virtude dessa demanda, tem se desenvolvido a produção de prebióticos a partir de novas fontes, como resíduos industriais de alimentos, por exemplo (IMRAM et al., 2021). A indústria e a comunidade científica vêm apresentando grande interesse em explorar e introduzir novos ingredientes prebióticos com funcionalidades adicionais, como frações ricas em fibras alimentares proveniente de frutas, vegetais e cereais, devido a várias razões, que incluem a importância comercial, sustentabilidade e benefícios para a saúde (SAH et al., 2016).

Dentre um dos principais materiais fontes de fibra alimentar e considerado como um resíduo agroindustrial no Brasil, é o caju, um pedúnculo carnosos, pseudofruto proveniente do “cajueiro” *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae). A espécie é uma das principais frutíferas tropicais, ambos, caju e castanha são comestíveis, mas a sua valorização econômica é voltada principalmente para a exploração da castanha. O caju é utilizado principalmente na sua forma processada em virtude de ser um produto bastante perecível. Apresenta em sua composição química altas concentrações de vitamina C, minerais (cálcio e fósforo), compostos fenólicos, flavonoides, compostos voláteis, o que o caracteriza como uma fonte para a formulação de alimentos funcionais e de suplementos alimentares (OLIVEIRA et al., 2020). Alguns

estudos vêm sendo desenvolvidos utilizando o caju na produção de prebióticos e probióticos, diante disso, o presente estudo objetivou realizar uma revisão de literatura acerca de estudos utilizando o caju na produção de prebióticos e probióticos e relatar os resultados encontrados.

Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizada uma revisão de literatura integrativa com buscas nas bases de dados Periódicos CAPES, PubMed/Medline, Scielo e ScienceDirect, realizadas no período de 18-25 de março de 2022, utilizando o termo: “*Prebiotic or probiotic cashew apple*”, sem considerar o ano de publicação. Para seleção dos artigos foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: utilizar o caju para avaliação de potencial como probiótico ou prebiótico, assim como destacar a espécie utilizada. Os artigos que não utilizaram o caju como matéria-prima ou não destacaram o tipo de cepa utilizada, bem como não visavam à produção de prebióticos ou probióticos, foram desconsiderados para inclusão neste trabalho.

Resultados e Discussão

Tradicionalmente, na produção de alimentos probióticos, são utilizados produtos lácteos. Porém, atualmente, há um aumento na demanda de produtos que não são de origem animal, devido ao crescimento de pessoas buscando produtos veganos, seja por preferência ou por questões de intolerância à lactose e/ou alérgicos a proteínas do leite. Portanto, a inclusão de probióticos em alimentos não lácteos vem se tornando uma opção cada vez mais atrativa na indústria alimentícia, sendo incorporados na produção

de bebidas, por exemplo (PERICONE et al., 2015).

A utilização do caju para produção de prebióticos e probióticos é interessante, pois é uma maneira de aproveitamento desse produto que, geralmente, é desperdiçado durante o processamento da castanha (DA SILVA et al., 2014). Após a realização das buscas, foi observado que diversos estudos vêm sendo desenvolvidos utilizando a inclusão de diferentes tipos de espécies e utilizando o caju para a avaliação do desenvolvimento de prebióticos e probióticos. Contudo, levando em consideração que não foi estabelecido um período de publicação, o número de publicações revela que há poucos estudos na literatura que utilizaram o caju como matéria-prima para produção de prebióticos e probióticos, como pode ser observado na tabela 1.

Pereira et al. (2011) utilizaram cepas de *Lactobacillus casei* em suco de caju, e determinaram a quantidade adequada de inóculo e o tempo de fermentação, bem como a capacidade de sobrevivência durante o período e temperatura de refrigeração (4°C/42 dias). Observou-se crescimento de *L. casei* durante o armazenamento por refrigeração, o que demonstrou que o suco fermentado com esse tipo de espécie é uma boa e saudável alternativa de alimento funcional contendo probióticos, tão eficientes quanto produtos lácteos para o crescimento de *L. casei*.

Tipos de prebióticos, como os oligossacarídeos são utilizados para formulações que visam a melhorar a microbiota intestinal de bebês, por exemplo, além de melhorarem a qualidade de bebidas lácteas e simbióticos funcionais (IZUMI et al., 2019). No estudo de Da Silva et al., (2014), o suco de caju foi utilizado para produção de oligossacarídeos prebióticos utilizando cepas de *Leuconostoc mesenteroides*, por meio de um processo de síntese enzimática, que resultou na concentração máxima de oligossacarídeos de 104,73

Tabela 1- Estudos com a utilização do caju como matéria prima na produção de prebióticos e probióticos

Material utilizado	Espécies	Referências
Suco de caju	<i>Lactobacillus casei</i>	Pereira et al., 2011
Suco de caju	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Da Silva et al., 2014
Subproduto em pó	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> e <i>Lactobacillus paracasei</i>	Duarte et al., 2017
Suco de caju	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus casei</i> e <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Kaprasob et al., 2017
Suco de caju	<i>Lactobacillus acidophilus</i> e <i>Lactobacillus plantarum</i>	Kaprasob et al., 2018
Subproduto extrato	<i>Lactobacillus plantarum</i> e <i>Lactobacillus casei</i>	Kaprasob et al., 2019
Suco de caju	<i>Lactobacillus casei</i> , <i>Bifidobacterium breve</i> , <i>Bifidobacterium infantis</i>	Leite et al., 2021
Subproduto liofilizado	<i>Bifidobacterium</i> e <i>Lactobacillus/Enterococcus</i>	Menezes et al., 2021

g/L. Neste estudo os autores ressaltam que o caju representa um substrato adequado e com baixo custo para produção de oligossacarídeos, quando comparados a outros substratos.

Algumas espécies podem ser utilizadas como maneira de melhorar os compostos bioativos e voláteis do suco de caju, como *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* e *L. acidophilus*. No estudo de Kaprasob et al. (2017) observou-se o aumento de vitamina C e de metabólitos fenólicos, como os taninos condensados. No entanto, quando analisada a atividade antioxidante, verificou-se que ocorreu uma diminuição após 48 h de fermentação.

Além disso, algumas pesquisas têm buscado a capacidade de potencializar a quantidade de vitaminas do complexo B, fruto-oligossacarídeos (FOS) e oligossacarídeos da família rafnose (ORF) do suco de caju. Kaprasob et al. (2018), utilizaram cepas de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* e *Bifidobacterium longum*). Os resultados revelaram que

o suco de caju fermentado com *Lactobacillus acidophilus* e *L. plantarum* apresentaram os maiores teores de oligossacarídeos (ORF e FOS). Os autores sugerem que o suco de caju fermentado pode servir como uma nova fonte prebiótica com vitaminas do complexo B para a formulação de alimentos funcionais e aplicações nutraceuticas.

Em outro estudo de Kaprasob et al. (2019) foram utilizadas cepas de *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* e *Bifidobacterium longum*, para o bioprocessamento do caju (bagaço). Os extratos aquosos e etanólicos a 12% foram analisados em relação à composição de compostos fenólicos, bem como foram avaliados a atividade antioxidante total e da inibição enzimática *in vitro* de enzimas (α -glicosidase e α -amilase), que são relevantes para diabetes mellitus tipo 2 e enzima conversora de angiotensina-I (ECA-I), a qual relaciona-se com a hipertensão. Os resultados indicaram alta atividade antioxidante, e alta inibição das enzimas α -glicosidase e α -amilase, e moderada inibição de ECA-I,

revelando, portanto, que o probiótico à base de *Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus casei* é uma estratégia como antioxidante e com benefícios relacionados à inibição de enzimas associadas ao diabetes tipo 2.

Além de estudos utilizando o suco para a fermentação, o subproduto residual do suco foi utilizado para avaliação com espécies de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus paracasei*, o qual revelou escores positivos de atividade prebiótica para todas as espécies de *Lactobacillus* testadas (DUARTE et al., 2017). Para ser classificado como prebiótico devem ser adotados alguns critérios: deve ser resistente ao pH ácido do estômago, não pode ser hidrolisado por enzimas de mamíferos e não deve sofrer absorção no trato gastrointestinal, pode ser fermentado pela microbiota intestinal, o crescimento e/ou atividade das bactérias intestinais podem ser seletivamente estimulados por esse composto e este processo melhora a saúde do hospedeiro (DAVARI et al., 2019).

A fermentação é uma função importante do intestino grosso ou cólon, e é reconhecido como o processo pelo qual as bactérias anaeróbicas decompõem carboidratos em ácidos graxos de cadeia curta, gases (hidrogênio, metano e dióxido de carbono) e outros metabólitos (WANG et al., 2019). Outro estudo avaliando o subproduto do caju, aumentou a abundância de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus/Enterococcus* durante a fermentação colônica, os quais são considerados como alguns dos grupos bacterianos mais importantes associados à saúde humana, por serem capazes de exercer efeitos benéficos no cólon. Além disso, o extrato foi capaz de di-

minuir a abundância relativa de *Bacteroides/Prevotella*, *Eubacterium rectale/Clostridium coccoides* e *Clostridium histolyticum*, os quais estão associados com efeitos maléficos à saúde. O extrato aquoso do subproduto de caju liofilizado aumentou as contagens de bactérias lácticas e diminuiu as contagens de Enterobacteriaceae durante a fermentação colônica. Além disso, o material foi capaz de diminuir o pH, assim como aumentou a produção de ácidos graxos de cadeia curta nos meios de fermentação colônica (MENEZES et al., 2021).

Desta forma, os estudos indicam que esse subproduto da cajucultura representa uma fonte promissora para a inclusão na produção de alimentos funcionais como prebióticos e probióticos, ressaltando uma forma de valorização deste material.

Considerações Finais

Diante dos resultados, observamos que o caju apresenta diversas potencialidades para produção de prebióticos e probióticos, a partir da utilização de diferentes tipos de espécies, como as do gênero *Lactobacillus*, por exemplo, assim como contém substâncias de interesse para a saúde como vitaminas e que representa um substrato adequado com baixo custo para produção de oligossacarídeos, quando comparados a outros substratos. Portanto, o caju se apresenta como uma fonte para a produção de alimentos funcionais (probióticos e prebióticos) promotores da saúde, bem como estimula a compreensão da importância do aproveitamento deste produto da cajucultura.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- BLAAK, E. E.; CANFORA, E. E.; THEIS, S.; FROST, G.; GROEN, A. K.; MITHIEUX, G.; NAUTA, A.; SCOTT, K.; STAHL, B.; VAN HARSSSELAAR, J.; VAN TOL, R.; VAUGHAN, E. E.; VERBEKE, K. Short chain fatty acids in human gut and metabolic health. **Beneficial Microbes**, v. 11, n. 5, p. 411-455, 2020.
- CUNNINGHAM, M.; AZCARATE-PERIL, M. A.; BARNARD, A.; BENOIT, V.; GRIMALDI, R.; GUYONNET, D.; HOLSCHER, H. D.; HUNTER, K.; MANURUNG, S.; OBIS, D.; PETROVA, M. I.; STEINERT, R. E.; SWANSON, K. S.; VAN SINDEREN, D.; VULEVIC, J.; GIBSON, G. R. Shaping the Future of Probiotics and Prebiotics. **Trends in Microbiology**, v. 29, n. 8, p. 667-685, 2021.
- DA SILVA, I. M.; RABELO, M. C.; RODRIGUES, S. Cashew juice containing prebiotic oligosaccharides. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, 2078-2084, 2014.
- DAVANI-DAVARI, D.; NEGAHDARIPOUR, M.; KARIMZADEH, I.; SEIFAN, M.; MOHKAM, M.; MASOUMI, S. J.; BERENJIAN, A.; GHASEMI, Y. Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. **Foods**, v. 8, n. 3, 2019.
- DUARTE, F. N. D.; RODRIGUES, J. B.; DA COSTA LIMA, M.; LIMA, M. DOS S.; PACHECO, M. T. B.; PINTADO, M. M. E.; DE SOUZA AQUINO, J.; DE SOUZA, E. L. Potential prebiotic properties of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) agro-industrial byproduct on *Lactobacillus* species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 11, p. 3712-3719, 2017.
- HIJOVÁ, E.; BERTKOVÁ, I.; ŠTOFILOV, J. Dietary fibre as prebiotics in nutrition. **Central European Journal of Public Health**, v. 27, n. 3, p. 251-255, 2019.
- IZUMI, H.; EHARA, T.; SUGAHARA, H.; MATSUBARA, T.; MITSUYAMA, E.; NAKAZATO, Y.; TSUDA, M.; SHIMIZU, T.; ODAMAKI, T.; XIAO, J. Z.; TAKEDA, Y. The Combination of *Bifidobacterium breve* and Three Prebiotic Oligosaccharides Modifies Gut Immune and Endocrine Functions in Neonatal Mice. **The Journal of Nutrition**, v. 149, n. 2, p. 344-353, 2019.
- KAPRASOB, R.; KERDCHOECHUEN, O.; LAOHAKUNJIT, N.; SOMBOONPANYAKUL, P. B vitamins and prebiotic fructooligosaccharides of cashew apple fermented with probiotic strains *Lactobacillus spp.*, *Leuconostoc mesenteroides* and *Bifidobacterium longum*. **Process Biochemistry**, v. 70, p. 9-19, 2018.
- KAPRASOB, R.; KERDCHOECHUEN, O.; LAOHAKUNJIT, N.; SARKAR, D.; SHETTY, K. Fermentation-based biotransformation of bioactive phenolics and volatile compounds from cashew apple juice by select lactic acid bacteria. **Process Biochemistry**, v. 59, p. 141-149, 2017.
- KAPRASOB, R.; SARKAR, D.; KERDCHOECHUEN, O.; LAOHAKUNJIT, N.; KHANONGNUCH, C.; SHETTY, K. Beneficial lactic acid bacteria based bioprocessing of cashew apple juice for targeting antioxidant nutraceutical inhibitors as relevant antidotes to type 2 diabetes. **Process Biochemistry**, v. 82, p. 40-50, 2019.
- KHANGWAL, I.; SHUKLA, P. Potential prebiotics and their transmission mechanisms: Recent approaches. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 27, n. 3, p. 649-656, 2019.
- KUNES, M.; KVETINA, J. Probiotics: Preclinical Testing for Verification of Their Gastrointestinal Effectiveness. **Nutraceuticals: Efficacy, Safety and Toxicity**, p.799-810, 2016.
- LEITE, A. K. F.; SANTOS, B. N.; FONTELES, T. V.; RODRIGUES, S. Cashew apple juice containing gluco-oligosaccharides, dextran, and tagatose promotes probiotic microbial growth. **Food Bioscience**, 42, p.101080, 2021.

- MALDONADO GALDEANO, C.; CAZORLA, S. I.; LEMME DUMIT, J. M.; VÉLEZ, E.; PERDIGÓN, G. Beneficial Effects of Probiotic Consumption on the Immune System. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 74, n. 2, p.115-124, 2019.
- MENEZES, F. N. D. D.; DA CRUZ ALMEIDA, É. T.; DA SILVA VIEIRA, A. R.; DE SOUZA AQUINO, J.; DOS SANTOS LIMA, M.; MAGNANI, M.; DE SOUZA, E. L. Impact of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) by-Product on Composition and Metabolic Activity of Human Colonic Microbiota *In Vitro* Indicates Prebiotic Properties. **Current Microbiology**, v. 78, n. 6, p. 2264-2274, 2021.
- MENEZES, F. N. D. D.; DA CRUZ ALMEIDA, É. T.; DA SILVA VIEIRA, A. R.; DE SOUZA AQUINO, J.; DOS SANTOS LIMA, M.; MAGNANI, M.; DE SOUZA, E. L. Impact of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) by-Product on Composition and Metabolic Activity of Human Colonic Microbiota *In Vitro* Indicates Prebiotic Properties. **Current Microbiology**, v. 78, n. 6, p. 2264-2274, 2021.
- PEREIRA, A. L. F.; MACIEL, T. C.; RODRIGUES, S. Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p.1276-1283, 2011.
- PERRICONE, M.; BEVILACQUA, A.; ALTIERI, C.; SINIGAGLIA, M.; CORBO, M. R. Challenges for the Production of Probiotic Fruit Juices. **Beverages**, v. 1, n. 2, p. 95-103, 2015.
- SAH, B. N. P.; VASILJEVIC, T.; MCKECHNIE, S.; DONKOR, O. N. Effect of pineapple waste powder on probiotic growth, antioxidant and antimutagenic activities of yogurt. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 3, p.1698-1708, 2016.
- THURSBY, E.; JUGE, N. Introduction to the human gut microbiota. **Biochemical Journal**, v. 474, n.11, 1823-1836, 2017.
- WANG, M.; WICHENCHOT, S.; HE, X.; FU, X.; HUANG, Q.; ZHANG, B. *In vitro* colonic fermentation of dietary fibers: Fermentation rate, short-chain fatty acid production and changes in microbiota. **Trends in Food Science & Technology**, v. 88, p. 1-9, 2019.

ANEXO E- APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

Comissão de Ética no
Uso de Animais

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA FIBRA DE CAJU EM PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E NA MOTILIDADE GASTROINTESTINAL DE RATOS", protocolada sob o CEUA nº 9423300622 (ID 002250), sob a responsabilidade de **Armenio Aguiar dos Santos e equipe; Daniel Freire de Sousa; Juliana Jales de Hollanda Celestino; Samira Lopes de Almeida; Mônica de Oliveira Belém** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Ceará (CEUA-UFC) na reunião de 28/07/2022.

We certify that the proposal "EVALUATION OF THE EFFECTS OF CASHEW APPLE FIBER ON BIOCHEMICAL PARAMETERS AND GASTROINTESTINAL MOTILITY IN RATS", utilizing 192 Heterogenics rats (males and females), protocol number CEUA 9423300622 (ID 002250), under the responsibility of **Armenio Aguiar dos Santos and team; Daniel Freire de Sousa; Juliana Jales de Hollanda Celestino; Samira Lopes de Almeida; Mônica de Oliveira Belém** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of Ceará (CEUA-UFC) in the meeting of 07/28/2022.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **09/2022** a **09/2023**

Área: **Departamento de Fisiologia E Farmacologia**

Origem: **Biotério Prof. Eduardo Torres (setorial FAMED)**

Espécie: **Ratos heterogênicos**

sexo: **Machos e Fêmeas**

idade: **40 a 50 dias**

N: **192**

Linhagem: **Wistar**

Peso: **130 a 150 g**

Local do experimento: Laboratório Escola Prof.º Luiz Capelo (LELC)

Fortaleza, 28 de julho de 2022

Prof. Dra. Camila Ferreira Roncari

Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dra. Karuza Maria Alves Pereira

Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal do Ceará