

Obesidade e fibra dietética: destaque para a fibra de caju**Obesity and dietary fiber: emphasizing cashew fiber**

DOI:10.34117/bjdv6n7-096

Recebimento dos originais: 07/06/2020

Aceitação para publicação: 05/07/2020

Diana Valesca Carvalho

Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará, UFC, Brasil.

Instituição: Universidade Federal do Ceará, Instituto de Cultura e Arte.

Endereço: Avenida Mister Hull, s/ número – Pici, Fortaleza-CE, Brasil.

E-mail: dianacarvalho@ufc.br

Maria Izabel Gallão

Doutora em Biologia Celular e Estrutural Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil.

Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Biologia.

Endereço: Avenida Mister Hull, s/ número – Pici, Fortaleza-CE, Brasil.

Email: izabelgallão@ufc.br

Edy Sousa de Brito

Doutor em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil.

Instituição: Embrapa Agroindústria Tropical

Endereço: Rua Dra Sara Mesquita, 2270 – Pici, Fortaleza – CE, Brasil

Email:

RESUMO

O excesso de peso e a obesidade continuam a ser importante desafio de saúde mundial e fator de risco para um conjunto crescente de doenças crônicas não transmissíveis. O papel dos componentes dietéticos na promoção da saúde tem merecido considerável atenção na prevenção de doenças crônicas associadas à alimentação, dentre eles, destacam-se as fibras dietéticas. Este trabalho tem como objetivo realizar revisão bibliográfica quanto aos aspectos fisiológicos da fibra dietética e sua relação com a obesidade e microbiota intestinal, destacando os efeitos da fibra do bagaço de caju. Essa revisão bibliográfica ocorreu através de busca de literatura científica em base de dados, utilizando como descritores: “obesity”, “dietary fiber”, “cashew bagasse”. Os estudos mais recentes indicam a importância da fibra dietética por promover o crescimento de bactérias benéficas no intestino e produção de ácidos graxos de cadeia curta (SCFA), podendo normalizar as alterações metabólicas do estado obeso e comorbidades associadas. A fibra do bagaço de caju vem se destacando por ser uma fonte alternativa de fibra dietética, proveniente do bagaço de caju, um resíduo agroindustrial, de importância sócio-econômica para a região nordeste do Brasil, local de maior cultivo. A fibra do bagaço de caju apresenta efeitos fisiológicos funcionais no metabolismo normal e na obesidade, podendo esses efeitos estar associado à produção de SCFA. No entanto, os estudos que avaliam os efeitos fisiológicos dessa fibra ainda são escassos e mais estudos em modelo experimental e ensaios clínicos são necessários para elucidar os mecanismos de ação associados aos seus efeitos.

Palavras chaves: doenças crônicas, fibra funcional, ácidos graxos de cadeia curta.

ABSTRACT

Overweight and obesity continue to be an important global health challenge and a risk factor for an increasing set of chronic non-communicable diseases. The role of dietary components in promoting health has deserved considerable attention in the prevention of chronic diseases associated with food, among which dietary fibers stand out. This work aims to perform a bibliographic review regarding the physiological aspects of dietary fiber and its relationship with obesity and intestinal microbiota, highlighting the effects of cashew bagasse fiber. This is a bibliographic review done through the search for scientific literature, using as descriptors: “obesity”, “dietary fiber”, “cashew bagasse”. The most recent studies indicate the importance of dietary fiber for promoting growth of beneficial bacteria in the intestine and production of short-chain fatty acids (SCFA), which can normalize metabolic changes in the obese state and associated comorbidities. The fiber in cashew bagasse has stood out for being an alternative source of dietary fiber, derived from the cashew bagasse, an agro-industrial residue of socio-economic importance for the northeastern region of Brazil, region with the greatest production in the country. The fiber in cashew bagasse has functional physiological effects on normal metabolism and obesity, and these effects may be associated with the production of SCFA. However, studies evaluating the physiological effects of this fiber are still scarce and further studies in an experimental model and clinical trials are needed to elucidate the mechanisms of action associated with its effects.

Keywords: chronic diseases, functional fiber, short-chain fatty acids.

1 INTRODUÇÃO

O excesso de peso e a obesidade continuam a ser importante desafio de saúde mundial e fator de risco para um conjunto crescente de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), incluindo doenças cardiovasculares, diabetes, esteatose hepática e muitos tipos de câncer, entre outras condições comórbidas (KUSHNER; KAHAN, 2018). Anteriormente considerado um problema de país de alta renda, agora atinge também os países de baixa e média renda, particularmente em ambientes urbanos, como resultado da modificação dos padrões alimentares e de atividade física (“WHO | Obesity and overweight”, 2017). A ingestão em longo prazo de uma dieta rica em gordura saturada e açúcares tem sido considerada uma das causas da obesidade e das doenças crônicas, estando associada aos distúrbios metabólicos, como hiperglicemia, resistência à insulina, níveis elevados de lipídeos teciduais, inflamação crônica e à hiperleptinemia (DA SILVA FERREIRA et al., 2020; MORRISON et al., 2009; VINCENT; TAYLOR, 2006). Também, tem sido relatado que as interações da microbiota intestinal com a ingestão de dietas hiperlipídicas são particularmente importantes para obesidade e doenças metabólicas associadas. Dietas hiperlipídicas provocam alterações na microbiota intestinal que contribuem com os distúrbios metabólicos e com a inflamação crônica observada na obesidade (LIN et al., 2016).

O papel dos componentes dietéticos na promoção da saúde tem merecido considerável atenção na prevenção de doenças crônicas associadas à alimentação. Dentre eles, destacam-se as fibras dietéticas que atuam de maneira positiva no tratamento da obesidade, na redução da gordura visceral

e dos lipídeos sanguíneos (ZHANG; FU; QIN, 2016), na resposta pós-prandial da insulina e glicose, na modulação da resposta inflamatória, além da atuação como substratos fermentáveis na modificação da microbiota intestinal (HAN et al., 2017).

Uma fonte alternativa de fibra dietética é o bagaço de frutas, que é um subproduto da produção de sucos, rico em fibras, mas que é geralmente descartado no meio ambiente (JURGOŃSKI et al., 2016). Dentre as frutas com elevado potencial de utilização como fonte de fibra dietética, destaca-se o caju (*Anacardium occidentale L*), pela sua riqueza em nutrientes e importância sócio-econômica para a região nordeste do Brasil (OLIVEIRA; IPIRANGA, 2009). Estima-se que 10 a 15 toneladas de pedúnculo de caju são produzidas como co-produto para cada tonelada de castanha de caju (TALASILA; SHAIK, 2015), das quais 65- 80% do suco é recuperado resultando em 2 a 4 toneladas de bagaço de caju (DAS; ARORA, 2017). Esse bagaço apresenta elevada riqueza em nutrientes, pois possui elevado teor de fibras, além de açúcares, vitaminas, sais minerais e outros compostos com propriedades funcionais. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo realizar revisão bibliográfica quanto aos aspectos fisiológicos da fibra dietética e sua relação com a obesidade e microbiota intestinal, destacando o potencial de utilização da fibra de caju como ingrediente funcional na prevenção da obesidade.

2 METODOLOGIA

Foi realizada a busca nas bases de dados *National Library of Medicina National* (PubMed), *Literatura Latino-americanas e do Caribe* (LILACS), *Electronic Library Online* (SciELO), *Google Scholar* e o portal de Periódicos da Capes, além de bases de dados de fontes nacionais e internacionais. A pesquisa foi realizada em português e inglês, por meio dos seguintes descritores: *obesity*, *dietary fiber*, *cashew bagasse*, combinados entre si. Foram incluídos na pesquisa todos os artigos que apresentaram temática central do estudo, do ano de 2003 à 2019 e excluídos todos aqueles que não contribuiriam positivamente para o estudo e/ou não apresentaram a temática central da pesquisa. Foram usados também livros-textos, patente e documentos oficiais, considerando a relevância e o valor informativo do material.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PREVALÊNCIA DA OBESIDADE NO BRASIL E NO MUNDO

Em todo o mundo, a prevalência da obesidade quase triplicou desde 1975. Em 2016, mais de 1,9 bilhões de adultos (39%) com 18 anos ou mais estavam acima do peso. Destes, 650 milhões (13%) estavam obesos. Enquanto mais de 340 milhões de crianças e adolescentes de 5 a 19 anos tinham sobrepeso ou obesidade em 2016 (“WHO | Obesity and overweight”, 2017). As regiões com maior

prevalência de excesso de peso e obesidade em adultos no ano de 2016 foram, respectivamente, as Américas (63,4%, 29%), seguido da Europa (62,3%, 25,3%) e do Mediterrâneo Oriental (46,5%, 19,5%), enquanto o Sudeste da Ásia apresentaram os menores índices de prevalência (21,5%, 4,6%) (“GHO | By category | Overweight / Obesity”, 2017).

No Brasil, o excesso de peso e a obesidade seguem o mesmo cenário mundial. Dados do Ministério da Saúde através da pesquisa Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL) (BRASIL, 2019) revelaram que no conjunto das 27 cidades brasileiras, a frequência de excesso de peso entre adultos foi de 55,7%, sendo ligeiramente maior entre homens (57,8%) do que entre mulheres (53,9%). A frequência de adultos com excesso de peso variou entre 47,2% em São Luís e 60,7% em Cuiabá. Já a obesidade, a frequência entre os adultos foi de 19,8%, crescendo mais entre adultos de 25 a 34 anos, com maior prevalência na população de baixa escolaridade. Esse estudo realizou 52.395 entrevistas com adultos com mais de 18 anos residentes nas capitais dos 26 estados do Brasil e Distrito Federal. As entrevistas foram realizadas por inquérito telefônico entre janeiro e dezembro de 2018 (BRASIL, 2019).

O aumento contínuo da obesidade no Brasil e no mundo pode significar sérios problemas relativos aos custos sociais para indivíduos e serviços de saúde. O impacto econômico global dessa enfermidade é estimado em aproximadamente US \$ 2 trilhões, ou 2,8% do Produto Interno Bruto (PIB) global. Entre as fontes de custo, a perda de produtividade é a mais significativa, representando quase 70% do custo total global da obesidade (KUSHNER; KAHAN, 2018). No Brasil, os custos diretos atribuíveis à obesidade no ano de 2011 totalizaram US \$ 269,6 milhões (1,86% de todas as despesas com cuidados de saúde de média e alta complexidade). Se a epidemia atual da obesidade não for revertida, a prevalência de obesidade no Brasil aumentará gradualmente nos próximos anos, bem como seus custos, tendo sérias implicações para a sustentabilidade financeira do sistema de saúde público brasileiro (DE OLIVEIRA; SANTOS; DA SILVA, 2015). No entanto, uma intervenção eficaz para diminuir a obesidade em apenas 1% reduzirá substancialmente a carga de obesidade e terá um efeito significativo nas despesas de cuidados de saúde (RTVELADZE et al., 2013).

3.2 OBESIDADE, MICROBIOTA INTESTINAL E FIBRA DIETÉTICA

Alterações na composição e diversidade da microbiota intestinal desempenham um papel importante no desenvolvimento da obesidade (ALARD et al., 2016). Os mecanismos potenciais pelos quais a microbiota intestinal contribuem para a obesidade envolvem as mudanças no consumo energético da dieta e no metabolismo lipídico, a secreção alterada de hormônios intestinais e o comprometimento da barreira intestinal (CLUNY et al., 2015).

A obesidade está associada a mudanças nas razões de dois dos filos mais dominantes (constituindo > 90% das categorias filogenéticas conhecidas), nomeadamente Firmicutes e Bacteroidetes. Alguns estudos descreveram aumento na proporção de Firmicutes para Bacteroidetes no fenótipo obeso em comparação com indivíduos com peso normal, enquanto a perda de peso reduz a razão Firmicutes para Bacteroidetes em humanos. No entanto, esses achados não são universais e, portanto, a utilidade do Firmicutes: Bacteroidetes como biomarcador composicional para a obesidade ainda não está clara (PATTERSON et al., 2016).

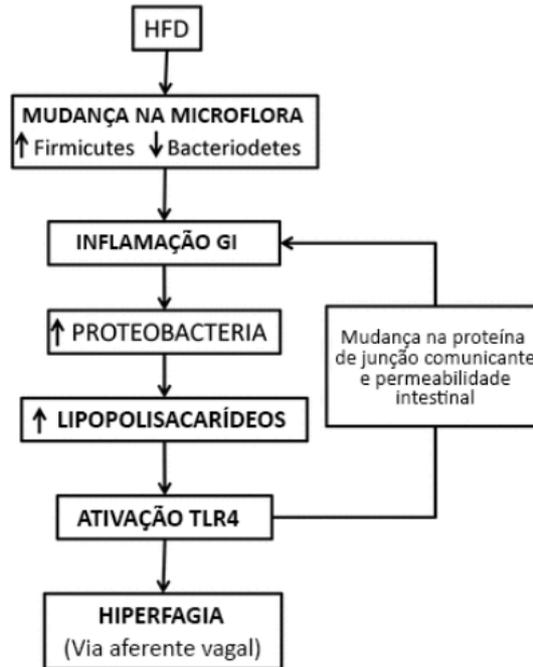
A alteração do perfil da microbiota associado ao fenótipo obeso promove aumento da adiposidade, inflamação, estresse oxidativo, resistência à insulina e lipogênese (PATTERSON et al., 2016). Na obesidade, a microbiota intestinal produz muitos subprodutos metabólicos, como os lipopolissacarídeos que são secretados por bactérias gram-negativas e foi demonstrado que correlacionam-se negativamente com o número de bifidobactérias, e que está associado ao aumento dos níveis de fator de necrose tumoral α (TNF- α). Isso tem sido denominado endotoxemia metabólica (PARNELL; REIMER, 2012).

Dietas de estilo ocidental, rica em gorduras, açúcares e baixo teor de fibra ou várias combinações de dietas elevada em gordura (HFD), como HFD-alta-sacarose e HFD-baixa em polissacarídeo têm efeitos profundos na composição microbiana do intestino de animais e humanos (SIMPSON; CAMPBELL, 2015). Análises metabolômica e microbiômica revelaram que dieta hiperlipídica induz a mudanças dinâmicas na composição da microbiota intestinal e nos fenótipos metabólicos fecais. Tais mudanças foram detectáveis bem antes de atingir o estado de obesidade (ou seja, uma e quatro semanas após a ingestão de dieta hiperlipídica). As alterações metabólicas fecais induzidas por HFD foram destacadas por mudanças de nível nos aminoácidos aromáticos fecais e seus metabólitos microbianos, monossacarídeos da hidrólise microbiana de fibras alimentares, SCFAs derivados da fermentação microbiana desses carboidratos, amins orgânicas derivadas do metabolismo microbiano da colina, intermediários do ciclo do ácido tricarboxílico, ácidos biliares e nucleotídeos. A dieta hiperlipídica provocou aumento de Firmicutes e redução de Bacteroidetes, enquanto as fezes apresentaram diminuição de SCFA (formato, acetato, butirato), além de outros componentes (LIN et al., 2016).

Um modelo proposto pelo qual a ingestão de uma dieta rica em gordura levará a hiperfagia e obesidade é demonstrado na figura 1. A ingestão de uma dieta rica em gordura (HFD) leva a alterações na microbiota intestinal. Em indivíduos susceptíveis, o intestino pode ficar inflamado, resultando em alterações nas proteínas da junção comunicante (TJ) e um aumento na permeabilidade intestinal. A presença de inflamação permite o aumento de Proteobactérias gram-negativas, aumentando assim a quantidade de lipopolissacarídeo no lúmen do intestino. O aumento da permeabilidade do intestino

permite um aumento na passagem do lipopolissacarídeo do lúmen intestinal para o interstício intestinal, onde pode ativar o receptor *Toll-like 4* (TLR4) em uma variedade de tecidos-alvo, incluindo aqueles localizados em terminais nervosos aferentes vagais provocando a hiperfagia (Figura 1) (RAYBOULD, 2012).

Figura 1 – Modelo proposto pelo qual a ingestão de dieta hiperlipídica levará a hiperfagia e obesidade



Fonte: Adaptado de Raybould (2012). TLR4 = receptor *Toll-like 4*.

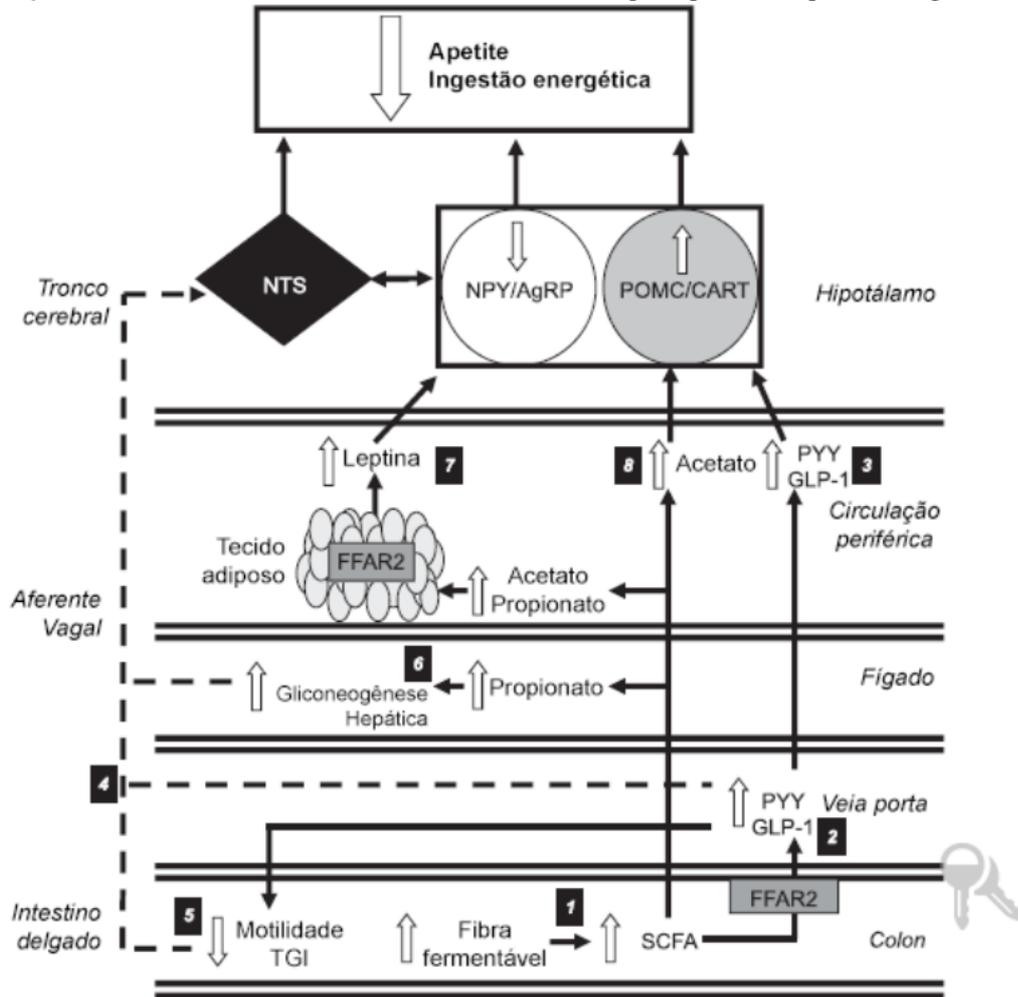
A microbiota intestinal é um ecossistema microbiano complexo, e a manutenção de uma relação mutualística com ele é fundamental para a saúde humana. Um exemplo notável de tal relação é a produção de ácidos graxos de cadeia curta (SCFAs) através da fermentação bacteriana de fibra dietética. A dieta do hospedeiro humano fornece carboidratos não digeríveis para promover o crescimento bacteriano e, em troca, as bactérias geram SCFAs que fornecem substrato energético aos colonócitos, atenuam a inflamação, regulam a saciedade e atuam no metabolismo da glicose e lipídeos (ZHAO et al., 2018).

Os SCFAs afetam uma variedade de processos biológicos em múltiplos órgãos e tecidos, sendo os grandes responsáveis pelos efeitos positivos na prevenção da obesidade (WEITKUNAT et al., 2017). O acetato, o propionato e o butirato são os SCFAs predominantes no lúmen intestinal em seres humanos e roedores. Evidências demonstram que o butirato e o propionato regulam a liberação de hormônios intestinais, reduzem a ingestão alimentar e protegem contra a obesidade induzida pela dieta hiperlipídica (LIN et al., 2012). O ácido butírico também têm exibido efeitos anti-inflamatórios, os quais influenciam nos parâmetros associados à síndrome metabólica (MACFARLANE;

MACFARLANE, 2012). Além disso, elevadas concentrações de SCFAs diminuem a taxa de esvaziamento gástrico, através do “freio ileocolônico”, o qual pode ser importante para a resposta glicêmica e saciedade (CHERBUT, 2003).

O aumento da produção colônica de SCFA pelo consumo de fibra dietética estimula múltiplos efeitos hormonais e mecanismos neurais que suprimem o apetite e a ingestão de energia, como demonstrado na figura 2. (1) O aumento da ingestão de fibra dietética aumenta a quantidade de substrato fermentável que chega ao cólon, que é fermentado pela microbiota residente elevando a produção de SCFA. (2) Os SCFAs estimulam a liberação de PYY e GLP-1 via ativação do receptor de ácidos graxos livres 2 (FFAR2) nas células-L do cólon. (3) Dentro do núcleo arqueado hipotalâmico, o PYY periférico e o GLP-1 aumentam a atividade dos neurônios POMC / CART e inibem o NPY / (AgRP). (4) O aumento do PYY circulatório e do GLP-1 modulam a regulação central do apetite por meio da estimulação de aferentes vagais periféricos. (5) O PYY e o GLP-1 também mostraram inibir a motilidade do trato gastrointestinal superior (GI). Isso retarda o esvaziamento gástrico dos alimentos ingeridos e prolonga a estimulação dos mecanorreceptores e quimiorreceptores no trato gastrointestinal que sinalizam centralmente via aferentes vagais. (6) O aumento das concentrações de propionato na veia porta seria absorvido pelo fígado e estimularia a gliconeogênese hepática. Um estado de energia hepática aumentada pode modular o comportamento alimentar através da estimulação de aferentes do nervo vago hepático. (7) O aumento do acetato e do propionato na circulação periférica estimula a liberação de leptina dos adipócitos via ativação do FFAR2. A leptina inibe os neurônios NPY / AgRP e ativa os neurônios POMC / CART. (8) O acetato pode atravessar a barreira hematoencefálica e aumentar o POMC e reduzir a expressão de AgRP (CHAMBERS; MORRISON; FROST, 2015).

Figura 2 – A produção de SCFA estimula mecanismos hormonais e neurais que suprimem o apetite e a ingestão energética.



Fonte: Adaptado de Chambers; Morrison; Frost (2015). NTS = Núcleo Trato Solitário; NPY = Neuropeptídeo Y; AgRP = Agouti; POMC = Proopiomelanocortina; CART = Transcrito Regulado pela Cocaína e Anfetamina; FFAR2 = Receptor de Ácidos Graxos Livres 2; PYY = Peptídeo YY; GLP-1 = Peptídeo semelhante ao Glucagon 1; TGI = Trato Gastrointestinal; SCFA = Ácidos Graxos de Cadeia Curta.

As fibras prebióticas são carboidratos não digeríveis que promovem o crescimento de bactérias benéficas no intestino. O consumo prebiótico pode normalizar as alterações metabólicas do estado obeso e comorbidades associadas, melhorando ou normalizando a disbiose da microbiota intestinal (PARNELL; REIMER, 2012). Muitos estudos em animias avaliaram a resposta a uma dieta prebiótica na microbiota intestinal, composição corporal e fatores de risco associados à obesidade. Resultados desses estudos mostram que alterações induzidas por frutooligossacarídeo (FOS) nos perfis de microbiota intestinal em ratos obesos, juntamente com alterações nos níveis hormonais do intestino, provavelmente contribuem para os menores pesos corporais observados (CLUNY et al., 2015). Também, a fibra dietética solúvel melhora a homeostase de energia e previne a obesidade, aumentando a diversidade da microbiota intestinal e a colonização de bactérias benéficas (WANG et al., 2018). Além disso, a suplementação dietética de pectina modula a composição da microbiota

intestinal e a produção de SFCA promovendo efeitos favoráveis à saúde (TIAN et al., 2016). Fibra insolúvel de fruta também tem demonstrado efeito protetor contra a obesidade através da modulação da microbiota intestinal. A fibra insolúvel da pêra na presença de uma dieta hiperlipídica melhorou a estrutura da microbiota intestinal, promovendo o crescimento de Bacteroidetes e inibindo o crescimento de Firmicutes (CHANG et al., 2017).

3.3 BAGAÇO DE CAJU COMO FONTE DE FIBRA FUNCIONAL

A cajucultura tem relevante importância socioeconômica para o Brasil. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referente a safra de 2016 apontam a exploração de aproximadamente 594.936 hectares de cajueiros e uma produção anual de 79.765 toneladas de castanha (IBGE, 2017) e 1.743.020 t de pedúnculo (FAO, 2014), gerando elevada quantidade de empregos no campo e na agroindústria, além de produtos destinados à exportação (BRAINER; VIDAL, 2018).

O caju é formado pelo pedúnculo desenvolvido preso à castanha (fruto real). O pedúnculo, que também é chamado de pseudo-fruto, falsa fruta ou simplesmente caju, representa a porção comestível, *in natura* e também como sucos, polpa e conserva (LIM, 2012). A composição química do pedúnculo do caju é rica em compostos bioativos como carotenoides, ácido ascórbico e compostos fenólicos, os quais permanecem no bagaço (ASSUNÇÃO; MERCADANTE, 2003). O pedúnculo contém de três a cinco vezes mais vitamina C que a laranja, além de cálcio, fósforo e outros nutrientes (KOUASSI et al., 2018). Além disso, Brito et al (2007) identificaram flavonóides no caju. Uma antocianina e treze flavonóis glicosilados foram detectados em um extrato metanol-água. Entre eles, o 3 - galactosídeo, 3 - glicosídeo, 3 - ramnosídeo, 3 - xilopiranosídeo, 3 - arabinopiranosídeo e 3 - arabinofuranosídeo de quercetina e miricetina, bem como o 3 - glucosídeo de campferol foram identificados. A antocianina foi o 3-hexosídeo de metil-cianidina (DE BRITO et al., 2007). O consumo desses compostos está relacionado a efeitos benéficos à saúde na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis através de suas propriedades antioxidantes, evitando o início ou a propagação das reações de oxidação em cadeia (AYALA-ZAVALA et al., 2011).

Termos da União Europeia (91/156 / CEE) Orientação 91/156 / CEE de 18 de março 1991 define resíduos como qualquer substância ou objeto que o detentor rejeita ou pretende ou é necessário descartar, considerando resíduo como tudo o que não é o produto final (principal) do processo. Mesmo quando um dado processo gera dois produtos, o principal é considerado o produto e o outro é o desperdício. Assim, os termos co-produto e subproduto foram empregados para nomear produtos secundários. (“United States Environmental Protection Agency | US EPA”, [s.d.]

Apenas uma pequena parte de todos os resíduos gerados durante os processos agroindustriais é recuperada como subprodutos, e a grande maioria deles não é considerada viável para uso posterior e é descartada diretamente no meio ambiente ou é responsável por grandes despesas com resíduos. No entanto, os resíduos podem conter substâncias valiosas, como pigmentos, açúcares, ácidos orgânicos, aromas e compostos bioativos, como antioxidantes, enzimas, compostos antimicrobianos e fibras que poderiam ser aplicados a bioprocessos para gerar produtos com maior valor agregado (OKINO DELGADO; FLEURI, 2016).

Em peso, o caju é composto por 10% de castanha e 90% de pedúnculo. Destas duas partes, o pedúnculo apresenta a menor percentagem de industrialização. O bagaço de caju é o produto obtido após remoção da castanha (fruto) e extração do suco do pedúnculo, sendo constituído pela película e polpa do pedúnculo remanescente. O grande desperdício do pedúnculo é devido a sua elevada perecibilidade, falta de canais de comercialização e de agroindústrias na região para processamento do pedúnculo (BRAINER; VIDAL, 2018). O aproveitamento tanto do pedúnculo como do bagaço é extremamente interessante, pois estes constituem uma fonte de compostos de alto valor agregado em razão de suas propriedades funcionais em alimentos (ABREU, 2001).

Estudos evidenciam que o bagaço de caju apresenta potencial uso como corante na indústria alimentícia (MACEDO et al., 2015), para a produção biotecnológica de xilitol (DE ALBUQUERQUE et al., 2015) e como fonte de açúcares para a produção de etanol (ROCHA et al., 2011). Além disso, na alimentação humana, a fibra do bagaço de caju tem sido utilizada na elaboração de vários produtos como barra de cereais (DE OLIVEIRA et al., 2013), hambúrguer (LIMA, 2008), biscoitos (SANTANA; SILVA, 2008) ou simplesmente desidratado e triturado, constituindo-se em matéria-prima utilizada em misturas com outras farinhas de cereais (LIMA, 2008).

Outros dados sobre a composição nutricional do caju e do bagaço de caju evidenciam potencial nutricional e de saúde. O caju contém polifenóis extraíveis ($28 \text{ g kg}^{-1} \text{ d.m.}$) e uma grande quantidade de taninos condensados não extraíveis ($52 \text{ g kg}^{-1} \text{ d.m.}$), ambos conferindo uma elevada capacidade antioxidante. Uma parte significativa destes polifenóis está associada à fibra dietética, mostrando propriedades específicas de saúde. Além disso, o caju apresenta alto teor de fibra dietética (cerca de $200 \text{ g kg}^{-1} \text{ d.m.}$), com predominância de fibra insolúvel (88%) (RUFINO et al., 2010). Infante et al (2013) avaliaram o teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante do resíduo do caju e de outras frutas, identificando no bagaço do caju maior teor de compostos fenólicos, além de elevada atividade antioxidante (INFANTE et al., 2013). Barreto et al (2008) identificou no bagaço de caju elevado teor de compostos fenólicos e carotenoides, além de apresentar atividade anti-radical livre e que 75% do ácido ascórbico presente no pedúnculo permanecem no bagaço, podendo ser considerado fonte de ácido ascórbico (BARRETO et al., 2008). A atividade antioxidante do caju é atribuída ao seu

conteúdo de polifenóis, podendo conferir efeitos benéficos à saúde seja na forma *in natura* ou no desenvolvimento de diversos produtos pela indústria alimentícia (LOPES et al., 2012).

É importante ressaltar também que a fibra do bagaço de caju apresenta potencial de utilização como fibra dietética antioxidante, pelo elevado conteúdo de compostos antioxidantes associados a matriz da fibra (RUFINO et al., 2010). Saura-Calixto e Jiménez-Escrig (2001) introduziram o conceito de fibra alimentar antioxidante como aquela que contém quantidades apreciáveis de antioxidantes naturais, principalmente de polifenóis associados à matriz da fibra (SAURA-CALIXTO; JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001). A fibra dietética transporta uma quantidade apreciável de antioxidantes, principalmente compostos polifenólicos, através do trato gastrointestinal. Os polifenóis associados com a fibra dietética apresentam propriedades fisiológicas semelhantes aos constituintes primários da fibra: resistência de enzimas digestivas para a hidrólise e a fermentação parcial no cólon. Os polifenóis conferem propriedades específicas à fibra que decorrem principalmente da sua capacidade antioxidante. Alguns estudos mostraram que estes compostos fenólicos sofrem fermentação colônica libertando metabólitos absorvíveis e exercem diferentes benefícios potenciais para a saúde (BLANCAS-BENITEZ et al., 2015; SAURA-CALIXTO et al., 2010).

Apesar de todos os estudos sobre o potencial de utilização da fibra de caju e dos produtos gerados a partir de seu bagaço, é recente a comprovação dos efeitos fisiológicos dessa fibra na saúde. Estudo verificou que a remoção de compostos de baixo peso molecular (açúcares, ceras, gorduras, pigmentos e fenólicos) é fundamental para o uso da fibra de caju como alimento funcional com possíveis benefícios à saúde. Os autores explicam que a fibra sem esse tratamento alterou o metabolismo lipídico, promovendo hiperlipidemia, hiperleptinemia e aumento da gordura abdominal em camundongos normais submetidos à dieta isocalórica. Por outro lado, a extração dos metabólitos de baixo peso molecular melhorou a qualidade fisiológica da fibra de caju, promovendo redução nos níveis de glicemia, insulinemia e hormônio grelina e concluem que as diretrizes de incentivo ao enriquecimento ou a elaboração de produtos com fibra de caju devem ser realizados com cautela, apesar de ser um ingrediente rico em fibras e compostos antioxidantes (CARVALHO et al., 2018).

Em outro estudo, a fibra de caju sem compostos de baixo peso molecular (FcSM) foi avaliada em modelo experimental de obesidade. Os achados desse estudo sugerem que a FcSM promoveu saciedade nos animais, melhorando o metabolismo da glicose e dos lipídeos e que os efeitos positivos de prevenção da obesidade podem estar associados com a produção de SFCA (CARVALHO et al., 2019). Estes achados revelam a possibilidade de utilização dessa fibra (FcSM) como um ingrediente funcional a ser utilizado na prevenção da obesidade e nos distúrbios metabólicos associados. No

entanto, os autores destacam que mais estudos com essa fibra, em modelo experimental e ensaios clínicos, são necessários para elucidar os mecanismos de ação associados a esses efeitos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com levantamento bibliográfico realizado, fica evidente que os estudos destacam a função prebiótica da fibra dietética nas alterações metabólicas da obesidade por funcionar como substrato fermentável que, através da produção de SCFA, atuam na regulação de hormônios intestinais, no controle do apetite e na redução do processo inflamatório. A fibra de caju vem se destacando pelos seus efeitos positivos à saúde, podendo ser utilizada como ingrediente funcional tanto no metabolismo normal como na obesidade.

REFERÊNCIAS

- A. PARNELL, J.; A. REIMER, R. Prebiotic fiber modulation of the gut microbiota improves risk factors for obesity and the metabolic syndrome. **Gut microbes**, v. 3, n. 1, p. 29–34, 2012.
- ABREU, F. DE. Extrato de bagaço de caju rico em pigmento. **Patente Brasileira, n PI**, p. 0103885–0, 2001.
- ALARD, J. et al. Beneficial metabolic effects of selected probiotics on diet-induced obesity and insulin resistance in mice are associated with improvement of dysbiotic gut microbiota. **Environmental microbiology**, v. 18, n. 5, p. 1484–1497, 2016.
- ASSUNÇÃO, R. B.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoids and ascorbic acid composition from commercial products of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, n. 6, p. 647–657, 2003.
- AYALA-ZAVALA, J. F. et al. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866–1874, 2011.
- BARRETO, G. P. M. et al. Compostos bioativos em sub-produtos da castanha de caju. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 18, n. 2, p. 207–213, 2008.
- BLANCAS-BENITEZ, F. J. et al. Bioaccessibility of polyphenols associated with dietary fiber and in vitro kinetics release of polyphenols in Mexican ‘Ataulfo’ mango (*Mangifera indica* L.) by-products. **Food & function**, v. 6, n. 3, p. 859–868, 2015.
- BRAINER, M. S. DE C. P.; VIDAL, M. DE F. V. Cajucultura nordestina em recuperação. **Caderno setorial ETENE**, v. 54, n. Ano 3, 2018.
- BRASIL. **Vigitel Brasil 2018: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2018** Ministério da Saúde, , 2019. Disponível em: <<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/julho/25/vigitel-brasil-2018.pdf>>. Acesso em: 27 maio. 2020

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**, 2018.

CARVALHO, D. V. et al. Cashew apple fiber prevents high fat diet-induced obesity in mice: an NMR metabolomic evaluation. **Food & function**, v. 10, n. 3, p. 1671–1683, 2019.

CHAMBERS, E. S.; MORRISON, D. J.; FROST, G. Control of appetite and energy intake by SCFA: what are the potential underlying mechanisms? **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 74, n. 3, p. 328–336, 2015.

CHANG, S. 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, n. 4, p. 856, 2017.

CHERBUT, C. Motor effects of short-chain fatty acids and lactate in the gastrointestinal tract. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 1, p. 95–99, 2003.

CLUNY, N. L. et al. Interactive effects of oligofructose and obesity predisposition on gut hormones and microbiota in diet-induced obese rats. **Obesity**, v. 23, n. 4, p. 769–778, 2015.

DA SILVA FERREIRA, R. G. et al. Frequência dos fatores de risco de obesidade em usuários do Laboratório Distrital Leste, Manaus, Amazonas/Frequency of obesity risk factors in users from the East District Laboratory, Manaus, Amazonas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 37374–37385, 2020.

DE ALBUQUERQUE, T. L. et al. Xylitol production from cashew apple bagasse by *Kluyveromyces marxianus* CCA510. **Catalysis Today**, v. 255, p. 33–40, 2015.

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, 2007.

DE OLIVEIRA, C. F. P. et al. Desenvolvimento, avaliação sensorial e físico-química de barra de cereal de cajú. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 7, n. 1, 2013.

DE OLIVEIRA, M. L.; SANTOS, L. M. P.; DA SILVA, E. N. Direct healthcare cost of obesity in Brazil: an application of the cost-of-illness method from the perspective of the public health system in 2011. **PloS one**, v. 10, n. 4, p. e0121160, 2015.

FAO. **FAOSTAT**, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 17 fev. 2017

GHO | By category | Overweight / Obesity. Disponível em: <<http://apps.who.int/gho/data/node.main.A896?lang=en>>. Acesso em: 7 fev. 2018.

HAN, S.-F. et al. Lipolysis and thermogenesis in adipose tissues as new potential mechanisms for metabolic benefits of dietary fiber. **Nutrition**, v. 33, p. 118–124, 2017.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 8 mar. 2017

INFANTE, J. et al. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 24, n. 1, p. 92, 2013.

JURGOŃSKI, A. et al. Diet-induced disorders in rats are more efficiently attenuated by initial rather than delayed supplementation with polyphenol-rich berry fibres. **Journal of Functional Foods**, v. 22, p. 556–564, abr. 2016.

KOUASSI, E. K. A. et al. CHEMICAL COMPOSITION AND SPECIFIC LIPIDS PROFILE OF THE CASHEW APPLE BAGASSE. **Rasayan Journal Chemistry**, v. 11, n. 1, p. 386–391, 2018.

KUSHNER, R. F.; KAHAN, S. Introduction: The State of Obesity in 2017. **Medical Clinics**, v. 102, n. 1, p. 1–11, 2018.

LIM, T. K. **Edible medicinal and non-medicinal plants**. [s.l.] Springer, 2012. v. 1

LIMA, J. R. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju Physical chemical and sensory characterization of vegetal hamburger elaborated from cashew apple. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 191–195, 2008.

LIN, H. et al. Correlations of fecal metabonomic and microbiomic changes induced by high-fat diet in the pre-obesity state. **Scientific reports**, v. 6, p. 21618, 2016.

LIN, H. V. et al. Butyrate and propionate protect against diet-induced obesity and regulate gut hormones via free fatty acid receptor 3-independent mechanisms. **PloS one**, v. 7, n. 4, p. e35240, 2012.

LOPES, M. M. DE 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, 2012.

MACEDO, M. et al. Influence of pectinolytic and cellulolytic enzyme complexes on cashew bagasse maceration in order to obtain carotenoids. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 6, p. 3689–3693, 2015.

MACFARLANE, G. T.; MACFARLANE, S. Bacteria, colonic fermentation, and gastrointestinal health. **Journal of AOAC International**, v. 95, n. 1, p. 50–60, 2012.

MORRISON, C. D. et al. Implications of crosstalk between leptin and insulin signaling during the development of diet-induced obesity. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease**, v. 1792, n. 5, p. 409–416, 2009.

OKINO DELGADO, C. H.; FLEURI, L. F. Orange and mango by-products: agro-industrial waste as source of bioactive compounds and botanical versus commercial description—a review. **Food Reviews International**, v. 32, n. 1, p. 1–14, 2016.

OLIVEIRA, L. G. L.; IPIRANGA, A. S. R. A inovação sustentável e a dinamização do sistema local do agronegócio do caju cearense. **Contextus-Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 7, n. 1, p. 55–68, 2009.

PATTERSON, E. et al. Gut microbiota, obesity and diabetes. **Postgraduate medical journal**, p. postgradmedj–2015, 2016.

RAYBOULD, H. E. Gut microbiota, epithelial function and derangements in obesity. **The Journal of physiology**, v. 590, n. 3, p. 441–446, 2012.

ROCHA, M. V. P. et al. Cashew apple bagasse as a source of sugars for ethanol production by *Kluyveromyces marxianus* CE025. **Journal of industrial microbiology & biotechnology**, v. 38, n. 8, p. 1099–1107, 2011.

RTVELADZE, K. et al. Health and economic burden of obesity in Brazil. **PLoS one**, v. 8, n. 7, p. e68785, 2013.

RUFINO, M. DO S. M. et al. Acerola and cashew apple as sources of antioxidants and dietary fibre. **International journal of food science & technology**, v. 45, n. 11, p. 2227–2233, 2010.

SANTANA, M.; SILVA, E. Elaboração de biscoitos com resíduo da extração de suco de caju. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2008.

SAURA-CALIXTO, F. et al. Proanthocyanidin metabolites associated with dietary fibre from in vitro colonic fermentation and proanthocyanidin metabolites in human plasma. **Molecular nutrition & food research**, v. 54, n. 7, p. 939–946, 2010.

SAURA-CALIXTO, F.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A. Compuestos bioactivos asociados a la fibra dietética. **Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud**. Lajolo, M. F., Saura-Calixto, F., Wittig de Penna, E. y Wenzel de Menezes, E. Eds. Varela. Cap, v. 7, p. 103–126, 2001.

SIMPSON, H. L.; CAMPBELL, B. J. dietary fibre–microbiota interactions. **Alimentary pharmacology & therapeutics**, v. 42, n. 2, p. 158–179, 2015.

TIAN, L. et al. Effects of pectin supplementation on the fermentation patterns of different structural carbohydrates in rats. **Molecular nutrition & food research**, v. 60, n. 10, p. 2256–2266, 2016.

United States Environmental Protection Agency | US EPA. Disponível em: <<https://www.epa.gov/>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

VINCENT, H. K.; TAYLOR, A. G. Biomarkers and potential mechanisms of obesity-induced oxidant stress in humans. **International journal of obesity**, v. 30, n. 3, p. 400–418, 2006.

WANG, H. et al. Soluble dietary fiber improves energy homeostasis in obese mice by remodeling the gut microbiota. **Biochemical and biophysical research communications**, 2018.

WEITKUNAT, K. et al. Short-chain fatty acids and inulin, but not guar gum, prevent diet-induced obesity and insulin resistance through differential mechanisms in mice. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 6109, 2017.

WHO | Obesity and overweight. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

ZHANG, W.; FU, C.-L.; QIN, L.-Q. Lipolysis and thermogenesis in adipose tissues as new potential mechanisms for metabolic benefits of dietary fiber Shu-Fen Han Ph. D., MD", Jun Jiao MM", Wei Zhang MM", Jia-Ying Xu Ph. D.". **Nutrition**, v. 30, p. 1–7, 2016.

ZHAO, L. et al. Gut bacteria selectively promoted by dietary fibers alleviate type 2 diabetes. **Science**, v. 359, n. 6380, p. 1151–1156, 2018.