

## **Desenvolvimento e aceitabilidade de pães adicionados de farinha de maná cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): impacto no índice glicêmico**

**Development and acceptability of breads added with cocona flour (*Solanum sessiliflorum* Dunal): impact on the glycemic index**

**Desarrollo y aceptabilidad de panes adicionados con harina de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): impacto en el índice glucémico**

Recebido: 28/01/2022 | Revisado: 02/02/2022 | Aceito: 15/02/2022 | Publicado: 22/02/2022

**Aiane Benevide Sereno**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5363-7310>  
Federal University of Parana, Brazil  
E-mail: [aianesereno@gmail.com](mailto:aianesereno@gmail.com)

**Isabela Eloise dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1009-6021>  
Federal University of Parana, Brazil  
E-mail: [isabelaeloise@gmail.com](mailto:isabelaeloise@gmail.com)

**Aline Borsato Hauser**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0514-9421>  
Federal University of Parana, Brazil  
E-mail: [alinehauser@ufpr.br](mailto:alinehauser@ufpr.br)

**Luciana Gibbert**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5192-5690>  
Federal University of Parana, Brazil  
E-mail: [luci\\_gbt@yahoo.com.br](mailto:luci_gbt@yahoo.com.br)

**Marlene Bampi**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3030-2099>  
State University of Santa Catarina Brazil  
E-mail: [marlene.bampi@udesc.br](mailto:marlene.bampi@udesc.br)

**Carla Dayane Pinto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6071-6284>  
Federal University of Parana, Brazil  
E-mail: [nutri.carladay@gmail.com](mailto:nutri.carladay@gmail.com)

**Renata Labronici Bertin**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3876-655X>  
Federal University of Parana, Brazil  
E-mail: [rlbertin@yahoo.com](mailto:rlbertin@yahoo.com)

**Claudia Carneiro Hecke Kruger**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7270-3560>  
Federal University of Parana, Brazil  
E-mail: [cchecke.ufpr@gmail.com](mailto:cchecke.ufpr@gmail.com)

### **Resumo**

O objetivo deste estudo foi desenvolver formulações de pão integral enriquecidas com farinha de maná cubiu, a fim de analisar sua ação no índice glicêmico *in vitro*. O desenvolvimento dos pães ocorreu com adição de diferentes concentrações de farinha do fruto (2,5% e 5%). Todos os pães foram avaliados em sua composição nutricional pelas ferramentas de tabelas de composição química de alimentos, além disso foram submetidos à digestão e hidrólise do amido para determinação de seu índice glicêmico e carga glicêmica. A coloração das formulações foi avaliada pela escala CIELab e se realizou a avaliação sensorial por escala hedônica de nove pontos com 112 provadores. Os resultados demonstraram que os pães elaborados nas concentrações de 2,5% (PI 2,5%) e os pães adicionados de 5% de farinha do maná cubiu (PI 5%) apresentam baixo teor de gordura e alto teor de fibras (PI 2,5% 7,99 g/100g e PI 5% 7,85 g/100g). O maná cubiu e os pães adicionados de sua farinha foram classificados como alimentos de baixo índice glicêmico e carga glicêmica, mesmo com a adição da farinha em pequenas concentrações (2,5% e 5%). Considerando a análise sensorial dos pães adicionados da farinha do fruto, o PI 2,5% foi o que obteve melhor aceitação, além disso, os resultados obtidos demonstram que pães com concentrações mínimas de maná cubiu (2,5%) podem ser associados ao consumo alimentar de indivíduos diabéticos, favorecendo seu controle glicêmico.

**Palavras-chave:** Solanaceae; Cocona; Maná cubiu; Cubiu; Carga glicêmica; Índice glicêmico; Índice de hidrólise do amido.

## Abstract

The objective of this study was to develop whole wheat bread formulations enriched with cocona flour, in order to analyze its action on the glycemic index in vitro. The development of the breads occurred with the addition of different concentrations of the fruit flour (2,5% and 5%). All the breads were evaluated in their nutritional composition by the food chemical composition tables, and were also submitted to starch digestion and hydrolysis to determine their glycemic index and glycemic load. The coloration of the formulations was evaluated by the CIELab scale, and a sensorial evaluation was made by a nine-point hedonic scale with 112 tasters. The results showed that the breads elaborated in concentrations of 2,5% (PI 2,5%) and the breads added with 5% of cocona flour (PI 5%) have low fat content and high fiber content (PI 2,5% 7,99 g/100g and PI 5% 7,85 g/100g). The cocona and the breads added with its flour were classified as foods of low glycemic index and glycemic load, even with the addition of the flour in small concentrations (2,5% and 5%). Considering the sensorial analysis of the breads added with the fruit flour, the PI 2,5% was the one that obtained the best acceptance. The obtained results demonstrate that breads with minimal concentrations of cocona (2,5%) can be associated to the alimentary consumption of diabetic individuals, favoring their glycemic control other complementary studies are necessary to evaluate the microbiological characteristics of the finished breads to conclude the safety of its conservation status, as well as its interaction with the glycemic profile of individuals with *Diabetes mellitus*.

**Keywords:** Solanaceae; Cocona; Mana cubiu; Cubiu; Glycemic load; Glycemic index; Starch hydrolysis index.

## Resumen

El objetivo de este estudio fue desarrollar formulaciones de pan de trigo integral enriquecidas con harina de cubiu para analizar su acción sobre el índice glucémico in vitro. El desarrollo de los panes se produjo con la adición de diferentes concentraciones de harina de la fruta (2,5% y 5%). Todos los panes fueron evaluados en su composición nutricional mediante las herramientas de tablas de composición química de los alimentos, además de ser sometidos a la digestión e hidrólisis del almidón para la determinación de su índice glucémico y carga glucémica. La coloración de las formulaciones se evaluó mediante la escala CIELab y la evaluación sensorial se realizó mediante una escala hedónica de nueve puntos con 112 participantes. Los resultados mostraron que los panes elaborados en concentraciones de 2,5% (PI 2,5%) y los panes adicionados con 5% de harina de maná cubiu (PI 5%) tienen bajo contenido de grasa y alto contenido de fibra (PI 2,5% 7,99 g/100g y PI 5% 7,85 g/100g). El cubo de maná y los panes añadidos con su harina se clasificaron como alimentos de bajo índice glucémico y carga glucémica, incluso con la adición de harina en pequeñas concentraciones (2,5% y 5%). Considerando el análisis sensorial de los panes adicionados de la harina de la fruta, el PI 2,5% fue el que obtuvo mejor aceptación. Los resultados obtenidos demuestran que las manos con concentraciones mínimas de cubiu (2,5%) pueden estar asociadas al consumo alimentario de los diabéticos, favoreciendo su control glicémico. Otros estudios complementarios son necesarios para evaluar las características microbiológicas de las manos ya finalizadas para concluir la seguridad de su estado de conservación, así como su interacción con el perfil glicémico de los individuos con *Diabetes mellitus*.

**Palabras clave:** Solanaceae; Cocona manacubiu; Cubiu; Carga glucémica; Índice glucémico; Índice de hidrólisis del almidón.

## 1. Introdução

O *Diabetes Mellitus* tipo 2 (DM2) é uma doença crônica metabólica, de etiologia multifatorial, caracterizada pela hiperglicemia resultante da desordem na secreção de insulina, ação da insulina ou ambos (Kim et al. 2020; ADA, 2022). Mundialmente alcança 463 milhões de indivíduos adultos, estimando-se que um a cada 11 adultos com idades entre 20 a 79 anos vivem com diabetes. Esta epidemia apresenta impactos globais, e afetando a qualidade de vida das populações (Davies et al. 2018; IDF 2020).

Estudos apontam que o consumo de frutas, vegetais, e alimentos integrais, fonte de fibras, vitaminas, minerais e substâncias antioxidantes podem interferir beneficemente na resposta pós-prandial, inclusive podendo reduzir os níveis glicêmicos após dieta com alimentos de elevado IG (Sun et al., 2021). Considerando que a presença de hiperglicemia após a ingestão alimentar é uma característica típica de indivíduos com DM2 (Deo et al. 2020) E que o pão é um dos alimentos que contribui de forma direta na elevação da glicose pós-prandial (Yosuf et al. 2009; Hassan et al. 2010), há necessidade de elaborar formulações que possam ser consumidas de forma segura por esses indivíduos. Estudos demonstram a existência de associação positiva entre o estilo de vida e hábitos alimentares saudáveis, como o consumo de alimentos integrais com baixo índice glicêmico (IG) e carga glicêmica (CG) no controle glicêmico pós-prandial. Uma meta-análise em dietas com baixo IG mostrou que a substituição de alimentos convencionais ou de alto IG por alimentos de baixo IG pode contribuir para o manejo

clínico do diabetes (Giacco et al. 2000; Foster et al. 2002; Brand et al. 2003; Opperman et al. 2004; Schultz et al. 2005; Kostl et al. 2009; Szwarcwald et al. 2015; IDF 2019). Algumas pesquisas têm evidenciado a influência do maná cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) sobre a redução da glicemia, tanto em experimentos com animais como pelo uso do extrato do fruto em seres humanos (Sandoval 2004; Yuyama et al. 2005). O maná cubiu é um fruto originário da Amazônia brasileira que tem sido consumido de forma tradicional pela população para reduzir a glicemia. Apresenta altos teores de fibras, ferro, selênio, fósforo, niacina, pectina, carotenoides, vitamina C e compostos fenólicos. (Serenio et al. 2017; Serenio et al. 2018; Serenio et al., 2020; de Oliveira et al., 2021).

Até o momento, não existem informações na literatura sobre a influência do acréscimo de maná cubiu na elaboração de formulações alimentícias, especialmente em relação ao seu índice glicêmico. Ademais, praticamente não existem tabelas com informações sobre o IG de plantas alimentícias não convencionais, frutos da biodiversidade brasileira e de seus produtos derivados, dificultando a introdução desses produtos na alimentação de indivíduos com DM2. Deste modo, objetivou-se desenvolver formulações de pão integral enriquecidas com farinha de maná cubiu, a fim de analisar sua ação no índice glicêmico *in vitro*.

## 2. Metodologia

### 2.1 Coleta e preparo da amostra

Esse é um estudo de caráter experimental e descritivo, de abordagem qualitativa e quantitativa com delineamento transversal (Pereira et al. 2018). A coleta do maná cubiu ocorreu na região da Mata Atlântica do litoral paranaense (PR-Brasil) (Latitude 25°16'31" sul e Longitude 48°41'55" oeste) (Figura 1). Após a coleta, os frutos foram botanicamente identificados no Herbário Municipal de Curitiba (PR - Brasil - nº 79033).

O transporte do local de coleta até o laboratório foi realizado em caixas isotérmicas a  $18 \pm 2^\circ \text{C}$  e em até duas horas. Para a elaboração de farinhas, foram utilizados somente os frutos com ausência de fissuras, larvas e considerados próprios para o consumo, de acordo com os estádios de maturação descritos por Serenio et al., (2018).

Após a seleção dos frutos, estes foram imersos em solução clorada (hipoclorito de sódio,  $200 \text{ mg.L}^{-1}$ ) por 15 min e lavados em água corrente. Na sequência, foram cortados manualmente e separados em duas frações. Uma fração para obtenção de farinhas por desidratação e uma porção para obtenção do fruto liofilizado. Os frutos a serem liofilizados foram homogeneizados (Cadence MDR301®) e congelados a  $-20^\circ \text{C}$ . A obtenção de farinhas de maná cubiu foi realizada em estufa de bandejas, com circulação de ar, pelo período de 24 horas. Após a desidratação, os frutos foram moídos (Cadence MDR301®), armazenados em sacos de polietileno e, selados a vácuo.

**Figura 1** - Características do maná cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), cultivado na Mata Atlântica Brasileira.



Fonte: Autores.

## 2.2 Análise microbiológica da farinha de maná cubiu

Para assegurar a qualidade da matéria prima utilizada na formulação dos pães, amostras de farinha do maná cubiu foram submetidas a análises microbiológicas de acordo com a Resolução RDC nº 12 de 02/01/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (Brasil 2001). As análises microbiológicas de investigação de *Salmonella spp.*, enumeração de coliformes a 45 °C e bactérias mesófilas, foram realizadas pelas metodologias recomendadas pelo “*Bacteriological Analytical Manual*” (FDA 2011).

## 2.3 Formulação dos pães

Foram elaborados pães com farinha de trigo integral nas concentrações de 2,5% (PI 2,5%) e 5% (PI 5%) de farinha de maná cubiu, pão controle (PCI), com 100% de farinha integral e pão controle com 100% de farinha de trigo branca, este utilizado como referência para realizar cálculo da área sob a curva (AUC).

**Tabela 1.** Formulações de pães adicionados de farinha de maná cubiu

Ingredientes	PCI	PI 2,5%	PI 5%
Farinha de trigo (%)	100	97,5	95
Farinha de maná cubiu (%)	-	2,5	5
Fermento em pó (%)	3	3	3
Sal refinado (%)	2	2	2
Açúcar refinado (%)	2	2	2
Margarina sem sal (%)	4	4	4
Água gelada (%)	65	65	65

Legenda: Valores expressos em porcentagem (%), tomando como base a farinha de trigo.; PCI: pão controle; PI 2,5%: formulação contendo 2.5% de farinha de maná cubiu; PI 5%: formulação contendo 5% de farinha de maná cubiu. Fonte: Autores.

As matérias primas utilizadas na elaboração dos pães de forma integral estão descritas na tabela 1. Foram usados os seguintes ingredientes: farinha de trigo integral (Dona Hilda – LTDA®); açúcar refinado (União®); fermento biológico seco instantâneo (Fleischmann®); sal marinho iodado refinado (Cisne®) e gordura hidrogenada (Doriana®). Os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica (Knwaagen, São Paulo - Brasil®) e adicionados em máquina universal polivalente para homogeneização (UM SK 12, Geiger, Paraná- Brasil®). Adicionou-se a água gelada aos poucos durante o processo. Os procedimentos de mistura e cocção dos pães seguiram as etapas propostas por Gutkoski et al. (2011). Os ingredientes foram misturados até atingir a formação da rede de glúten da massa. Realizou-se o descanso da massa por aproximadamente 10 minutos, em seguida passou por boleamento e fracionamento em porções de 250 gramas. Os pães foram colocados em formas antiaderentes de alumínio 22 x 11 cm e em câmara para fermentação (SL 224/300 Solab, São Paulo, Brasil) à 44° C por 1 hora e 20 minutos. O forneamento ocorreu em forno industrial (Perfecta, Vipinho 0448, Paraná, Brasil®), a 180° C por 20 minutos. Após 1 hora de resfriamento, os pães foram fatiados, embalados em sacos plásticos de polietileno e armazenados à temperatura ambiente até a realização das análises.

Os pães foram separados da seguinte maneira: para análise de IG foram produzidos nove pães com farinha de trigo integral, de 300 gramas cada, sendo três pães controle, três pães com adição de 2,5% e três pães com adição de 5% de farinha de maná cubiu. Também foi elaborado um pão com a mesma formulação do PCI, porém substituindo a farinha integral por farinha de trigo branca. Para análise sensorial foram formulados 30 pães com farinha de trigo integral, de 300 gramas cada, sendo dez pães controle (PCI), dez pães com adição de 2,5% (PI 2,5%) e dez pães com adição de 5% de farinha de maná cubiu (PI 5%).

## 2.4 Composição nutricional dos pães

A composição nutricional dos pães foi realizada por meio de cálculo, usando os dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA 2020) e de Sereno et al. (2018). O valor de energia total (VET), expresso em kcal por 100 g, foi obtido pelo cálculo:  $VET = (\% \text{ proteína total} \times 4) + (\% \text{ carboidrato} \times 4) + (\% \text{ gordura} \times 9)$  (Atwater e Bryant 1900a, 1900b).

## 2.5 Determinação do teor de amido

Para a determinação do amido total, utilizou-se a metodologia proposta por GOÑI et al. (1997). Foram pesados 50 mg do fruto liofilizado ou dos pães, em triplicata. Esses foram diluídos em 6mL de solução 2M KOH, seguido de agitação a temperatura ambiente, em agitador magnético (FISATOM 753, Brasil), por 30 minutos. Em seguida, adicionou-se 3mL de tampão acetato de sódio pH 4,75 e 60 µL de amiloglicosidase. As amostras foram incubadas por 45 minutos a 60°C em banho térmico. Após, se determinou o teor de glicose com kit glicose oxidase-peroxidase (Glicose Liquiform, Labtest, Brasil®) em equipamento LABMAX (400, LABTEST, Brasil). Para obtenção do teor de amido total utilizou-se a seguinte fórmula: Valor obtido x 0,9 = AT (amido total).

A determinação do amido resistente (AR) foi estimada para o fruto liofilizado, utilizando amostra de 100 mg de fruto (em triplicata) adicionada à 3mL de tampão tris-maleato em agitação em temperatura ambiente (30 min). Foram acrescentados à amostra alfa-amilase pancreática (10 mg/mL) e amiloglicosidase (3U/mL) (EC-3.2.1.3, Sigma-Aldrich Chemical Company, St Louis, MO, USA®). As amostras foram incubadas por 16 horas a 37° C, por agitação (Banho Dubnoff SL – 157 Solabcientifica, Brasil®). Após hidrólise, as amostras foram lavadas (1.ª e 2.ª lavagem: 99% v / v e 3.ª lavagem: 50% de etanol (v/v)), centrifugadas a 3.000 rpm (10 min) e decantadas (15 min). Coletou-se o sobrenadante e foram armazenados em tubo de falcon. Solubilizou-se o precipitado com solução 2M de KOH em banho de gelo com agitação magnética (20 min)

(USC-1400, Unique, São Paulo, Brasil®). A glicose foi determinada com kit enzimático glicose oxidase-peroxidase (Glicose Liquiform, Labtest, Brasil®) e o Amido Digerível (AD) pela diferença entre o AT e o AR.

## 2.6 Digestão *in vitro* do amido

Foram pesados 50 mg dos pães integrais com 2,5% e 5% de farinha de maná cubiu e pão controle integral e homogeneizados com 10 mL de tampão HCl- KCl (pH 1,5). As amostras foram agitadas, por 30 minutos. A cada amostra, adicionou-se 0,2 mL de solução contendo 1 g de pepsina em 10 mL de tampão HCl – KCl. Na sequência, foram incubadas a 40°C durante 1 hora, sob agitação. Após, foram adicionadas 25 µL de solução alfa-amilase em tampão tris-maleato contendo 2,6 UI - 3 UI em cada amostra e completou-se o volume para 25 mL com tampão tris-maleato (pH 6,9). Novamente, incubaram-se as amostras a 37°C em banho com agitação. Finalmente, foram retiradas alíquotas de 1 mL de cada tubo a cada 30 minutos, de 0 a 3 horas (0, 30, 60, 90, 120 e 180 minutos).

As alíquotas foram dispostas em tubos aquecidos a 100°C, com agitação, durante 10 minutos, para inativação das enzimas. Em seguida, houve a refrigeração das amostras, em geladeira, até o fim do tempo de incubação. Depois de finalizado o período de incubação, adicionou-se 3 mL de tampão acetato de sódio (pH 4,75) a cada alíquota e 60µL de amiloglicosidase, seguido de agitação a 60°C por 45 minutos. Houve a retirada das alíquotas em triplicata de 0,5mL e utilizou-se o kit enzimático glicose oxidase-peroxidase (Glicose Liquiform, Labtest, Brasil®), para determinação da glicose.

A taxa de digestão de carboidratos *in vitro* foi expressa como a porcentagem de carboidratos hidrolisados em diferentes tempos (0, 30, 60, 90, 120 e 180 min.). A área sob a curva (AUC) de hidrólise foi obtida pelo método trapezoidal proposto pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e Organização Mundial da Saúde (FAO e WHO 1998). O índice de hidrólise (HI) do maná cubiu foi calculado pela relação entre a AUC da amostra em comparação à glicose e os pães integrais com a AUC do pão branco, como alimento de referência. O cálculo da porcentagem do amido hidrolisado foi obtido pela equação proposta por Tamura et al. (2016), sendo:  $\%SH = S_t/S_i = 0.9 \times G_p/G_i$ . Logo, o IG foi determinado pelo modelo matemático proposto por Goñi et al. (1997), seguindo a equação  $GI = 39,71 + 0,49 HI$  e a CG pelo resultado da multiplicação da quantidade de carboidratos presente na porção do alimento pelo índice glicêmico:  $CG = \text{quantidade de carboidrato} / 100 \times IG$ .

## 2.7 Cor instrumental

A cor da parte interna das fatias de pães foi avaliada em espectrofotômetro (Hunter Lab Mini 197 Scan XE Plus, Reston, VA, EUA) equipado com iluminante D65 / 10 ° e calibrado usando uma placa de cerâmica preta e branca (X = 78,9, Y = 83,9, Z = 88,9). Os resultados foram expressos pelo sistema CIELAB (L\*, a\*, b\*). Onde, o valor L\* no eixo vertical de diagrama Hunter representa a porcentagem de brilho ou reflectância, em uma escala de 0 (branco) a 100 (preto) e o valor a\*, no eixo horizontal, proporciona a variação entre as cores verde e vermelho, e o eixo b\* representa a variação entre azul e amarelo (Hunterlab 1998).

## 2.8 Análise sensorial

Foi aplicado teste sensorial afetivo por ordenação de preferência de acordo com metodologia proposta por Dutcosky (2013). Os resultados do teste foram obtidos a partir de pontuação de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo) da escala hedônica. O teste foi realizado com julgadores não treinados, recrutados aleatoriamente de uma comunidade universitária: professores, técnicos e estudantes, maiores de 18 anos, de ambos os sexos, que gozavam de bom estado de saúde (não apresentando alergias ou intolerâncias alimentares) (n= 112) e que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(TCLE). O Comitê de Ética da Universidade Federal do Paraná, Brasil, aprovou o estudo, de acordo com as diretrizes do Comitê Nacional de Pesquisa Ética do Ministério da Saúde (CONEP), sob número de aprovação CAAE 62184316.3.0000.0102.

## 2.9 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o software SPSS Statistics (24.0®, Armonk, NY, EUA). Os dados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão. As semelhanças entre as formulações foram efetuadas pela análise de variância unidirecional (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Os dados obtidos na análise sensorial foram avaliados pelo software *Fizz* versão 2,47 (Biosystems, Couternon, France®).

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Análise microbiológica das farinhas de maná cubiu

Não houve formação de colônias de bactérias mesófilas e os valores obtidos para coliformes e *Salmonella* estavam dentro do padrão estabelecido pela Resolução n. °12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil 2001), para produtos de panificação, indicando que as etapas de processamento usadas para elaboração da farinha de maná cubiu não resultaram em riscos microbiológicos para a posterior elaboração de pães.

### 3.2 Composição nutricional

A composição nutricional dos pães encontra-se na Tabela 2. A umidade foi maior nos pães acrescidos da farinha do maná cubiu, podendo ser atribuída à característica de alta umidade do fruto ( $84,50 \pm 0,29$  a  $88,59 \pm 0,42$  %) (Serenio et al. 2018) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Composição nutricional de macronutrientes e fibras dos pães integrais.

	PCI	PI 2,5%	PI 5%
Umidade (g/100g)	9,70	10,94	15,2
Proteínas (g/100g)	9,14	8,93	8,71
Lipídios (g/100g)	3,03	3,04	2,98
Carboidratos totais (g/100g)	76,63	75,59	71,62
Carboidratos disponíveis (g/100g)	68,50	67,60	63,70
Fibras (g/100g)	8,13	7,99	7,85
Valor energético total (VET) (kcal/100g)	248,77	243,41	238,45

Legenda: \* Valores expressos em calorias alimentares, equivalentes a 100g; PCI: pão controle; PI 2,5%: formulação contendo 2.5% de farinha de maná cubiu; PI 5%: formulação contendo 5% de farinha de maná cubiu. Fonte: Autores.

Embora a inserção da farinha do fruto não tenha alterado de forma marcante os pães, em relação à sua composição nutricional, houve pequenas alterações na composição final dos produtos. Sabendo que os alimentos considerados ricos em

proteínas, geralmente são derivados de fontes de origem animal (Brandlee et al. 2017). Ao se comparar os pães obtidos com alimentos fontes de proteína, pode-se observar que as Formulações à 2,5% e a Formulação II à 5% que fornecem 8,93 g/100g e 8,71 g/100g respectivamente de teor proteico, proporcionam maior quantidade de proteína do que a mesma porção de leite de vaca integral fluido (2,93 g/100 g) e de diferentes marcas de iogurte integral (aproximadamente 3,12 g/100 g), de acordo com dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) (TBCA 2020).

Além disso, a fração do PI de 5% apresentou menor teor de lipídeos (2,98 g/100g) comparado com o PCI (3,03 g/100g) (Tabela 2). De acordo com a ANVISA RDC nº. 54 (Brasil, 2012), um alimento com baixo teor de gorduras totais pode ser atribuído aos alimentos com teor abaixo de 3 g por 100 g em sua porção, portanto, o PI 5% pode oferecer este atributo complementar em sua informação nutricional, se comercializável.

Os teores de carboidratos totais dos PI 2,5% e PI 5%, foram menores (75,59% e 71,62%, respectivamente) quando comparados com o PCI. Deste modo, podem ser considerados apropriados para dietas relacionadas à restrição em hidratos de carbono, como os indivíduos com diabetes mellitus (Guitierre, Alfenas 2007). Uma meta análise desenvolvida por Reynolds et al. (2020), confirmou o potencial da baixa ingestão de carboidratos na redução dos níveis de hemoglobina glicada (HbAc), melhora nos parâmetros de glicemia diurna e nos níveis de colesterol total e de lipoproteína de baixa densidade (LDL) em indivíduos com diabetes. No entanto, esses potenciais benefícios só foram possíveis quando os alimentos com carboidratos eram ricos em fibras dietéticas.

O maná cubiu é reconhecido por possuir alto teor de fibras (3,72 g/100 g) (Serenio et al. 2018), assim como o fruto, os pães adicionados de farinha de maná cubiu PI 2,5% e PI 5% apresentaram valores elevados de fibra dietética (7,99 e 7,85 g/100 g respectivamente). Desta forma, a inclusão do fruto não levou a redução no teor, já elevado (8,13g/100g) de fibras presente no PCI. Todos os pães elaborados neste estudo podem ser considerados fonte de fibras, de acordo com o Regulamento Técnico Brasileiro referente à Informação Nutricional Complementar, em que um alimento é considerado fonte de fibras quando possui no mínimo 3g de fibra alimentar total (FAT/100g) (Brasil, 2012). Este resultado está em consonância com o consenso da Associação Americana de Diabetes (ADA) e da Associação Europeia para o Estudo do Diabetes (EASD), que preconizam aos portadores de diabetes mellitus tipo 1 e tipo 2, a escolha de alimentos com baixo IG e com alto teor de fibras, por promoverem efeitos favoráveis sobre a resposta glicêmica pós-prandial (Davies et al. 2018).

A adição de maná cubiu na elaboração dos pães reduziu os teores de carboidratos e o valor energético total em comparação ao pão controle integral (Tabela 2). Os pães brancos são descritos como alimentos calóricos que podem comprometer o ganho de peso corporal e consequentemente uma maior resistência à insulina, não sendo recomendados para indivíduos com diabetes, por promoverem resposta glicêmica imediata (Cossu et al. 2017). Além disso, o valor energético total dos pães PI 5% (238, 45 kcal/100 g), ficou abaixo do pão de trigo (branco) da categoria *diet e light* (241 kcal/100 g), de acordo com a TBCA (2020). Os alimentos da categoria *diet e light* são indicados para fins especiais, podendo ser atribuídos aos alimentos com baixo teor de calorias (Brasil 2012).

### 3.3 Amido total, amido resistente e amido digerível

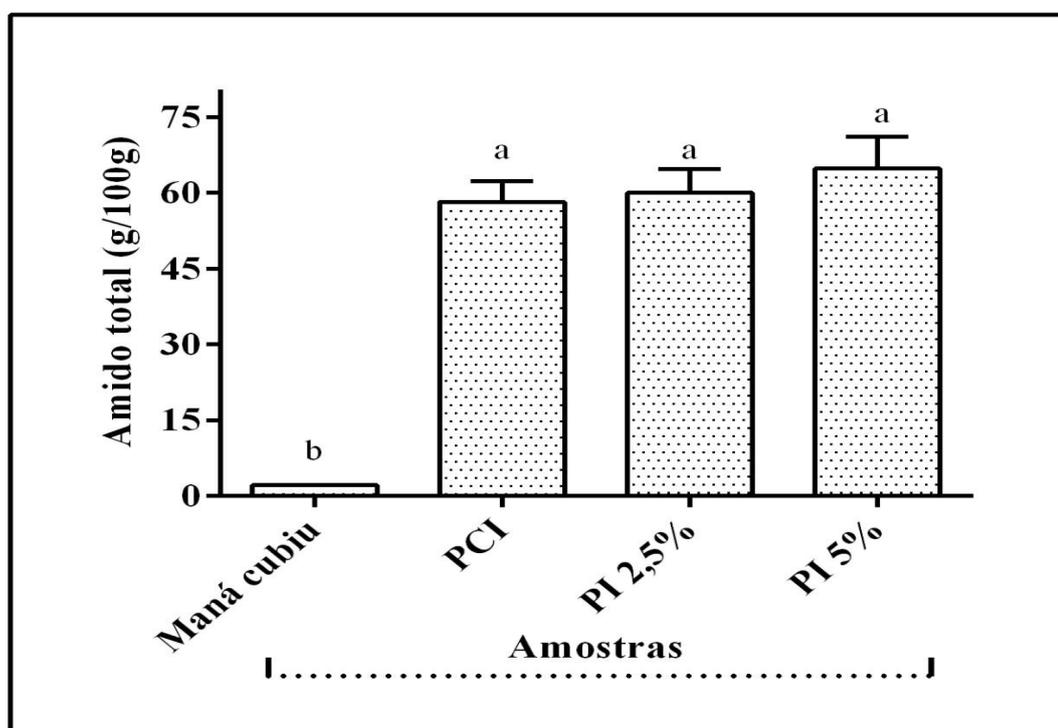
O maná cubiu apresentou  $2,16 \pm 0,09$  g/100 de amido total,  $0,37 \pm 0,01$ g/100g de amido resistente e  $1,79 \pm 0,10$ g/100g da fração de amido digerível. O amido, assim como os açúcares e as fibras, representa os carboidratos presentes neste vegetal, (Serenio et al. 2018). Ao se comparar o teor de amido total entre os pães, se observou a elevação dos teores com o acréscimo da farinha do fruto, porém sem diferenças estatísticas (Figura 2). Igualmente, Vivian et al. (2013) quantificaram amido total em pães enriquecidos com farinha de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa Mart.*). Os autores obtiveram aumento significativo no teor de amido total das três amostras analisadas, evidenciando a presença de amido total prevalente

em concentrações de farinhas com frutos. O amido resistente do fruto caracteriza-se como frações de amido não digeríveis que sofrem fermentação no intestino grosso (Fuentes-Zaragoza et al. 2010), servindo de substrato para a microbiota intestinal, desencadeando a produção de ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato) e favorecendo a estimulação de proliferação celular do cólon e o trofismo da mucosa intestinal (Carabin e Flamm 1999; Jung et al. 2018).

Os consensos mundiais preconizam a recomendação de ingestão do amido resistente diariamente. Na Índia e na China a orientação é o consumo diário de 10 a 18 g e a União Europeia recomenda 3 a 6 g (Nugent 2005). No entanto, a recomendação é pequena quando comparada à recomendação da Europa Ocidental (18 a 20 g). Já a Organização de Pesquisa Científica e Industrial da Austrália (SCIRO) recomenda o consumo de até 20 g por dia de amido resistente (Lunn e Buttriss 2007), para esta recomendação o maná cubiu contribui 10.8% do consumo diário.

O teor de amido digerível do maná cubiu foi de 4,07 g/100 g. Esta fração irá passar pelo processo de hidrólise resultante das enzimas digestivas, porém dependendo do processamento utilizado ao fruto, pode-se ter um maior teor de amido resistente, aumentando as frações não digeríveis (Fuentes-Zaragoza et al., 2010; García-Zaragoza et al. 2010).

**Figura 2** - Conteúdo de amido do maná cubiu e dos pães acrescidos da farinha de maná cubiu.



Fonte: Autores.

### 3.4 Hidrólise do amido, índice glicêmico e carga glicêmica

O Índice de Hidrólise (IH) do fruto liofilizado foi de  $4,07 \pm 0,64$  (Tabela 3). Esse índice é utilizado pela equação estabelecida por Goñi et al. (1997) para estimar o índice glicêmico. Os autores, Capriles et al. (2009), encontraram elevada correlação ( $r=0,89$ ) entre as variáveis, sugerindo a utilidade do método em estimar o comportamento da digestão em humanos, apesar do efeito mecânico da mastigação, variações fisiológicas orgânicas, moagem e processamento da amostra.

**Tabela 3** – Índice de Hidrólise, índice glicêmico e carga glicêmica do maná cubiu e dos pães acrescidos com seu fruto.

Amostra	IH	IG	CG %
Fruto liofilizado <sup>1</sup>	4,07 ± 0,64	41,93 ± 0,35	2,59 ± 0,02
PCI	13,53 ± 2,74 <sup>b</sup>	47,14 ± 2,74 <sup>a</sup>	5,61 ± 2,74 <sup>a</sup>
PI 2,5%	3,82 ± 2,02 <sup>a</sup>	41,81 ± 2,02 <sup>b</sup>	5,06 ± 2,02
PI5%	3,18 ± 0,40 <sup>ab</sup>	41,63 ± 0,40 <sup>b</sup>	4,99 ± 2,02

Legenda: PCI = pão controle integral; PI 2,5%= pão com 2,5% de adição da farinha de maná cubiu; PI 5%= pão com 5% de adição da farinha de maná cubiu; IG= índice glicêmico; CG= carga glicêmica; HI= índice glicêmico. a, b, c: os valores das amostras seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente - ANOVA, seguida de teste de Tukey (p<0.05). 1 Resultados obtidos em relação à glicose. Fonte: Autores.

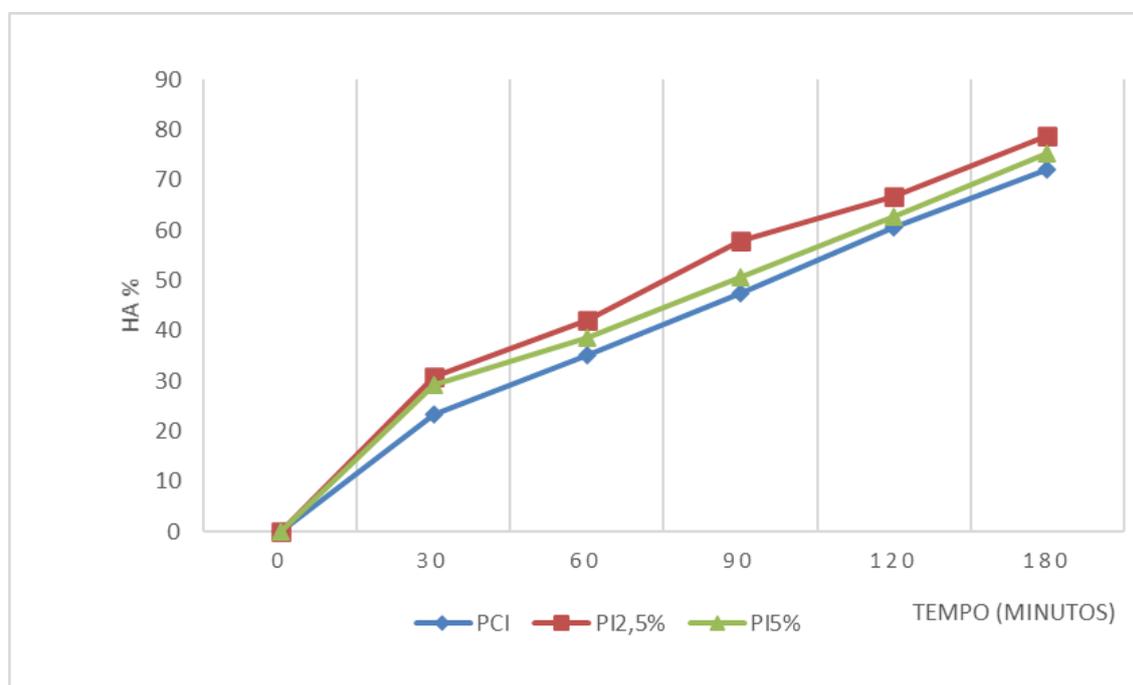
Para o cálculo da carga glicêmica (CG) dos pães estabelecemos uma porção de 25 gramas de pão integral, equivalente a 1 fatia média de pão. Os resultados do método *in vitro* da análise de índice glicêmico realizado pela avaliação da área sob a curva (AUC), índice de hidrólise (HI) e carga glicêmica (CG) estão apresentados na Tabela 3.

O índice glicêmico (IG) de produtos derivados da farinha de maná cubiu não foi estabelecido em estudos anteriores. Os pães integrais adicionados com a farinha do fruto obtiveram menor valor de IG e CG em comparação com pão controle integral. O PI 2,5% demonstrou menor IG se comparado ao PI 5%, porém, ambos são considerados alimentos de baixo índice glicêmico, já que houve a obtenção de IG < 75 e CG < 10 em ambos os pães. Sendo assim, podem propiciar lento aumento da glicemia pós-prandial concedendo fontes de energia de forma gradual ao organismo humano, sendo uma das características principais de alimentos com baixo IG (FAO e WHO 1998; Jun et al. 2013; Azadbakht et al. 2016).

Reshmi, Sudha e Shashirekha (2017) avaliaram o índice glicêmico calculados de pães elaborados a partir de farinha branca e integral e adicionados de *Citrus máxima*. Os autores obtiveram valores de IG de 59,15 – 66,06 para os pães brancos e 53,13 – 62,41 para os pães integrais. Os resultados obtidos neste estudo são similares aos obtidos pelos autores citados.

A Hidrólise do Amido (HA%) pode ser observada na Figura 3, no pão controle integral (PCI), e nas formulações adicionadas de farinhas de frutos, durante a digestão simulada *in vitro* do amido. Identificou-se o aumento da hidrólise de amido (%) nos pães, devido à ação das amilases pancreáticas utilizadas na digestão estática. Após 30 minutos de digestão, o percentual de hidrólise das amostras com adição do fruto apresentou aumento em relação ao pão controle integral. Atribui-se a presença de fibras alimentares ao retardo na digestão e absorção dos alimentos. Fibras apresentam o potencial de retardar o esvaziamento gástrico (Bornet et al. 1997; FAO e WHO 1998). No entanto, apenas a presença de fibra alimentar pode não estar relacionada exclusivamente ao retardo digestório, mas sua presença na estrutura do tecido vegetal, uma vez que representa eficaz barreira ao ataque de  $\alpha$ -amilase e outras enzimas amilolíticas (Wolever 1990; Björck 1996; Matias et al. 2005).

**Figura 3** - Percentuais de hidrólise de amido (HA) do pão controle (PCI), pão com 2.5% (PI 2,5%) e com 5% de farinha de maná cubiu (PI 5%).



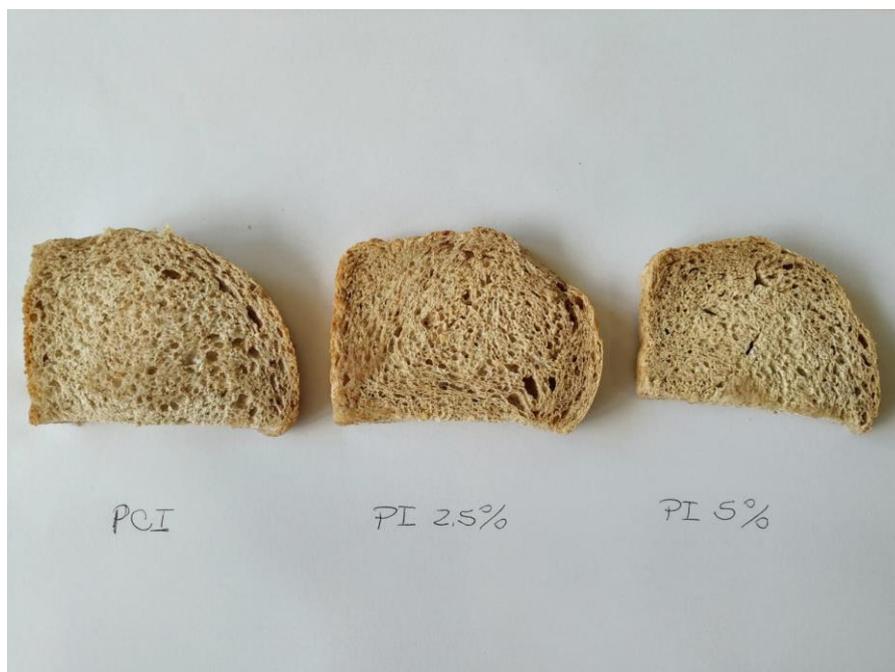
Fonte: Autores.

A influência e a estabilidade do aumento da glicose sanguínea após uma refeição dependem da taxa de sua absorção, influenciáveis por diversos fatores como o esvaziamento gástrico, a taxa de hidrólise e a difusão dos produtos da hidrólise no intestino delgado de um indivíduo (Carreira et al., 2004).

### 3.5 Coloração

As formulações com adição de farinha de maná cubiu e os pães controle apresentaram tons do vermelho ao amarelo, com valores de L\* superiores a 50, indicando coloração intermediária. A Figura 4 apresenta as características visuais das formulações testadas.

**Figura 4** - Características visuais das formulações acrescidas de farinha de maná cubiu (PI 2,5 e PI 5%) e pão controle (PCI).



Fonte: Autores.

Observa-se que a amostra controle apresentou valores de  $L^*$  superiores às amostras com concentrações de maná cubiu (Tabela 4), demonstrando coloração mais intensa dos pães controle do que dos pães adicionados de fruto. Provavelmente essa maior intensidade é resultado da maior presença de farinha de trigo integral. Ao se considerar que a porção edível do maná cubiu é composta de 88,7% de polpa e 11,3% de cascas, se observa que o fruto apresenta predominância de coloração mais clara, resultante da prevalência de polpa em relação às cascas. Sereno et al. (2018), ao avaliarem a coloração desses frutos, constataram que a polpa madura é clara com valores de  $L^*$  de  $32,03 \pm 2,3$ , enquanto a casca dos frutos maduros é escura com  $L^*$  de  $75,21 \pm 1,83$ . Os pães com 2,5% e 5% de maná cubiu apresentaram valores de  $a^*$  e  $b^*$  superiores ao pão controle, ou seja, sua intensidade para o vermelho e amarelo foi mais acentuada, devido à coloração da farinha do fruto. O ângulo  $h_o$ , que calcula a cor predominante no objeto analisado, foi de 70,88 no pão controle a 71,55 na formulação PI 5%, indicando proximidade aos tons de laranja e amarelo. Sereno et al. (2018) relataram coloração vermelha a amarela, tanto na porção da casca quanto na polpa do fruto. Resultados semelhantes foram observados por Borges et al. (2011), ao utilizarem farinha de linhaça no processamento de pães. Os autores verificaram que a tonalidade obtida é característica de alimentos integrais e remetem a produtos mais saudáveis.

**Tabela 4.** Caracterização cromática das amostras.

Amostras	L*	a*	b*	ho
PCI	66,46 <sup>b</sup>	7,21 <sup>b</sup>	20,82 <sup>c</sup>	70,88 <sup>a</sup>
PI2,5%	62,15 <sup>a</sup>	7,77 <sup>ab</sup>	22,74 <sup>b</sup>	71,13 <sup>a</sup>
PI5%	61,29 <sup>a</sup>	8,13 <sup>a</sup>	24,39 <sup>a</sup>	71,55 <sup>a</sup>

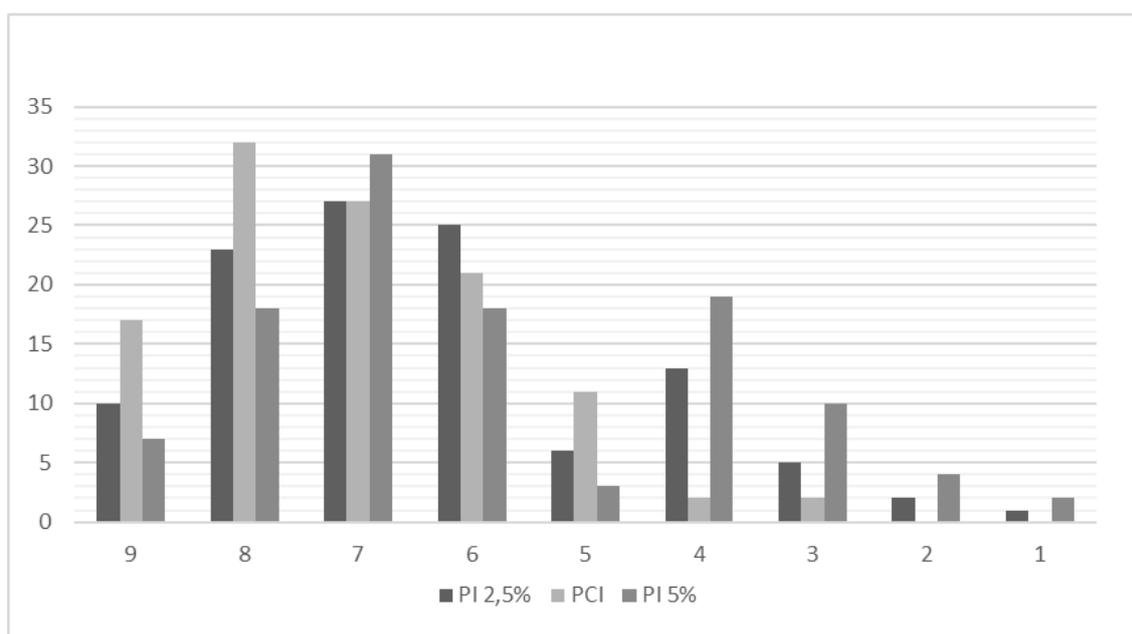
Resultados apresentados como médias, seguidas de seu desvio padrão (n=3). ANOVA, seguida de teste de Tukey (p<0,05). L\* - luminosidade; a\* positivo indica vermelho; a\* negativo indica o verde; b\* positivo indica o amarelo e b\* negativo, o azul b; ho= ângulo de tonalidade. Fonte: Autores.

### 3.6 Avaliação sensorial

De acordo com os resultados da análise de aceitação, verificou-se que 95,2% dos provadores atribuíram índices altos, ou seja, “gostei muitíssimo” a “gostei ligeiramente” ao pão controle integral, em contraposição a 83,2% e 72,3% aos pães com adição de 2,5% e 5% de farinha do fruto, respectivamente (Figura 5). A melhor aceitação média do pão controle em relação aos pães adicionados de farinha de maná cubiu pode ser resultado do sabor acentuado do fruto (Furlaneto et al, 2015). Segundo Pires (2006), o fruto possui sabor ácido intenso, principalmente em sua forma *in natura*, o que pode ter influenciado diretamente na palatabilidade dos pães.

A avaliação dos resultados através da análise de variância não demonstrou diferenças na aceitação das amostras adicionadas de 2,5% e 5% de farinha de maná cubiu. As pontuações médias de ambas as amostras foram de  $6,38 \pm 1,78$  e  $5,90 \pm 1,99$ , respectivamente. Contudo, houve diferença significativa entre o pão controle, que apresentou score médio de  $7,08 \pm 1,39$ . Porém, estes valores médios consideram o julgamento de todos os avaliadores do grupo, admitindo que todos possuem o mesmo comportamento desprezando sua individualidade.

**Figura 5** - Percentual de escores hedônicos para pão controle integral (PCI), pão integral com adição de 2,5% de farinha de maná cubiu (PI 2,5%) e pão integral com adição de 5% de farinha de maná cubiu (PI 5%). Escala hedônica de 8 pontos, sendo 1 ‘desgostei muitíssimo’ e 9 gostei muitíssimo’.



Fonte: Autores.

#### 4. Conclusão

Considerando o interesse de indivíduos com diabetes por alimentos mais saudáveis e com menor índice glicêmico, o desenvolvimento de um produto que agregue valor às preparações tradicionais com o intuito de promover qualidade nutricional torna-se um desafio. No entanto, em nosso estudo foi possível verificar que a substituição parcial de farinha de trigo integral por farinha de maná cubiu em pães mostrou-se uma alternativa promissora, por apresentar tonalidades características de produtos integrais saudáveis pelos teores reduzidos de gorduras totais e altos teores de fibras. Além disso, os resultados indicam baixo IG e CG no fruto, e mesmo pequenas concentrações de sua farinha (2,5% e 5%) adicionadas a pães integrais, demonstraram potencial em reduzir IG e CG. Embora a adição de maná cubiu na formulação de pães possa influenciar na palatabilidade do alimento, devido ao sabor característico do fruto, os pães elaborados com a farinha do fruto obtiveram aceitabilidade que permite seu consumo pela população. No entanto, outros estudos complementares podem ser realizados para avaliar sua interação com o perfil glicêmico de indivíduos com diabetes mellitus. Desse modo, o fruto e seus produtos derivados têm a possibilidade de se apresentarem como mais uma opção para a alimentação de pacientes portadores de diabetes.

#### Agradecimentos

Este estudo faz parte do projeto Qualidade Nutricional e Fitoquímica de Frutos da Sociobiodiversidade (“Qualidade Nutricional e Fitoquímica de Frutos da Sociobiodiversidade”). Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, processo nº 010004/2015-7) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Processo Procad/Casadinho Edital nº 06/2011) pelo patrocínio deste projeto.

#### Referências

- Abdullah M, Jamil R T, & Attia F N. (2020). Vitamin C (Ascorbic Acid). May 22. In: State Pearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; PMID: 29763052.
- ADA. American Diabetes Association Professional Practice Committee, & American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2022). 8. Obesity and Weight Management for the Prevention and Treatment of Type 2 Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. *Diabetes Care*, 45(Supplement\_1), S113-S124.
- American Diabetes Association. (2014). Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care*. 36: 1
- Allen L, Benoist B, Dary O, Hurrell R. (2006). World Health Organization Guidelines on Food Fortification with Micronutrients. 236.
- Atwater W O, & Bryant A P. (1900<sup>a</sup>). 12th Annual Report (1899) of the Storrs CT Agricultural Experimental Station. University of Connecticut.
- Atwater W O, & Bryant A P. (1900<sup>b</sup>). Annual Report (1899) of the Storrs, CT Agricultural Fig. 3. Covering (%) of the Estimated Average Requirement (EAR).
- Benoist B, McLean E, Egli I, & Cogswell M. (2008). Worldwide prevalence of anaemia 1993–2005: WHO Global Database on anaemia. WHO, Geneva.
- Björck I. (2006). Starch: Nutritional aspects. In: Eliasson AC. Carbohydrates in food. 2th ed. [S.l.]: Marcel Dekker. 505-553.
- Borges J T S, Pirozi M R, Paula C D, Ramos D L, & Chaves J B P. (2011). Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. *Bol. Cent. Pesqui. Process. Aliment.* 29: 83-96.
- Bornet F R J, Billaux M S, & Messing B. (1997). Glycemic index concept and metabolic diseases. *Inter. J. Biol. Macrom.* 21(2): 207-219.
- Brandlee M L, Mustafa J, Singer M R, & Moore L L. (2017). High-Protein Foods and Physical Activity Protect Against Age-Related Muscle Loss and Functional Decline. *J. Gerontol Series A.* 73 (1): 88–94.
- Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, & Colagiuri S. (2003). Low-glycemic index diets in the management of diabetes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care* 26(8): 261–2267.
- Brand-Miller J C, Foster-Powell K, & Atkinson, F. (2014). The low GI shopper’s guide to GI values 2014: the authoritative source of glycemic index values for more than 1.200 foods. Philadelphia: Da Capo Press.

Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília. [cited 2020 Nov 13]. Available from: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-235332272>

Brasil. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. 2001. “Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos”. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília

Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico Mercosul sobre informação nutricional complementar (Declarações de propriedades nutricionais). [cited 2020 Nov 13]. Available from: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html)

Capriles V D, Guerra-Matias A C, & Areas J A G. (2009). In vitro indicator of the glyceimic response to foods as a tool for diet prescriptions and evaluation. *Rev. Nutr.* 22:549-557.

Carabin I G, Flamm WG . (1999). Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 30:268-282.

Carreira M C, Lajolo F M, & Menezes E Z. (2004). Glycemic index: effect of food storage under low temperature. *Braz Arch Biol Technol.* 47(4): 569-574

Cook J D, & Monsen E R. (1977). Vitamin C, the common cold, and iron absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* 30(2): 235-241.

Cossu M, Chiavaroli L, Dall'Asta M, Francinelli V, Scazzino F, & Brighenti F. (2018). A nutritional evaluation of various typical Italian breakfast products: a comparison of macronutrient composition and glycaemic index values. *Int J Food Sci Nutr.* 69: (6) 676-681.

da Silva, L. E. P., Ferreira, N. L. B., dos Santos, V. G., da Costa, G. A., & Fernandes, L. F. (2020). Características de qualidade de bananas cv. BRS Vitória em elevada maturação cultivadas em Bananeiras-PB. *Res., Soc. Dev.* 9(9): 381996854.

Danone Vitapole / FAO. (2001). Glycaemic index and health: the quality of the evidence. Bandol: John Libbey Eurotext.

Davies M J, D'Hassan A D A, Fradkin, J, Kernan W N, Mathieu C, Mingrone G, Rossing P, Tsapas A, Wexler D J, & Buse J B . (2018) Management of hyperglycaemia in type 2 diabetes, A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetol.* 61: 2461–2498.

de Oliveira, J. D. S., da Silva, R. S., & da Silva, M. T. (2021). Caracterização química e funcional de polpa de Cubiu (*Solanum sensiflorum* Dunal) liofilizada para consumo em cápsulas. *Research, Society and Development*, 10(14), e380101421993-e380101421993.

Deo P, Chem C, Peake B, & Tan S-Y (2020). Non-nutritive sweeteners are in concomitant with the formation of endogenous and exogenous advanced glycation end-products. *Int J Food Sci Nutr.* 71(6): 706–714.

Dutcosky S. D. (2013). Análise sensorial de alimentos. 4 ed. Curitiba: Champagnat, 531.

Eleazu C O, Eleazu K C, & Iroaganachi M. (2016). In vitro starch digestibility,  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory capacities of raw and processed forms of three varieties of Livingstone potato (*Plectranthus esculentus*). *Innov. Food Sci. Emerg. Tecnologia.* 37: 37-43.

FAO/WHO. (1998). Carbohydrates in human nutrition. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper. 66.

FDA. (2011). Food and drugs administration. Bacteriological analytical manual (BAM). [cited 2020 Nov 13]. Available from: <https://www.fda.gov/food/science-research-food/laboratory-methods-food>

Foster P K, Holt S H, & Brand M J C. (2002). International table of glyceimic index and glyceimic load values. *J. clin. nutr.* 76(1): 5- 56

Fuentes-Zaragoza E, Riquelme-Navarrete M J, Sánchez-Zapata E, & Pérez-Álvarez J A. (2010). Resistant starch as functional ingredient: A review. *Food Res. Int.* 43(4): 31-942.

Furlaneto K A, Ramos JA, Daiuto R L, Vieites R L, & Carvalho L R. (2015). Elaboração e aceitabilidade da geleia convencional e light de maná cubiu. *Nativa.* 3: 276-280.

García-zaragoza F J, Sánchez-Pardo M E, Ortiz-Moreno A, & Bello-Pérez L A. (2010). In vitro starch digestibility and expected glyceimic index of pound cakes baked in two-cycle microwave-toaster and conventional oven. *Int J Food Sci Nutr.* 61(7): 680-689.

Giacco R, Parillo M, Rivellese A A, Lasorella G, Giacco A, D'Episcopo L, & Riccardi G. (2000). Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glyceimic index natural foods improves blood glucose control and reduces the number of hypoglyceimic events in type 1 diabetic patients. *Diabetes Care.* 23(10): 1461-6.

Goñi I, Garcia-Alonso A, & Saura-Calixto F. (1997). A starch hydrolysis procedure to estimate glyceimic index. *Nutr. Res.* 17: 427–437

Guitierre A P M, & Alfenas R C G. (2007). Efeitos do índice glicêmico no balanço energético. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 51: 382-388.

Hassan A, Elobeid T, Kerkadi A, Medhat M, & Suheil, G. (2010). Evaluation of gluten in gluten-free-labeled foods and assessment of exposure level to gluten among celiac patients in Lebanon. *Int J Food Sci Nutr.* 61(5): 512-518.

Hazlett T, & Johnson I T. (1987). In vitro estimation of iron availability from a range of plant foods: influence of phytate, ascorbate and citrate. *Br J Nutr.* 57(2): 223-233.

Hunterlab. (1998). User's manual with universal software versions 3.5. Reston: HunterLab. 697.

IDF. (2020) International Diabetes Federation. Diabetes Atlas. 9th edn., Brussels, Belgium

Jenkins D J, Wolever T M, Taylor R H, Barker H, Fielden H, Baldwin J M, Bowling A C, Newman H C, Jenkins A L, & Goff D V. (1981). Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr.* 34 (3).

IOM. (1997). Institute of Medicine. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. Washington (DC): National Academy Press.

IOM. (2002). Institute of Medicine. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington (DC): National Academy Press.

Jun Y, Young B, Lee S, & Lee H G. (2014). Utilisation of preharvest dropped apple peels as a flour substitute for a lower glycaemic index and higher fibre cake. *Int J Food Sci Nutr.* 65(1): 62- 68.

Jung E Y, Suh H J, Hong W S, Kim DG , Hong Y H, Hong I S, & Chang U J. (2009).Uncooked rice of relatively low gelatinization degree resulted in lower metabolic glucose and insulin responses compared with cooked rice in female college students. *Nutr. Res. Rev.* 29: 457–461.

Jenkins D J , Wolever T M, Taylor R H, Barker H, Fielden H, Baldwin J M, Bowling A C, Newman H C, Enkins A L, & Goff D V. (1981). Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr.* 34:3

Kim S, Semple S J, Simpson B S, & Deo P. (2020). Antioxidant and Antiglycation Activities of *Syzygium paniculatum* Gaertn and Inhibition of Digestive Enzymes Relevant to Type 2 Diabetes Mellitus. *Plant Foods Hum Nutr.*

Konda P Y, Nagalapuram R, Venkateswarlu J K M, Mohammad S A, & Chippada A R. (2020). Pathophysiology of STZ-induced pancreatic  $\beta$  cell injury and dysfunction: traditional role of *Boswellia ovalifoliolata* Bal. & Henry on diabetes and dyslipidemia. *Comp Clin Path* 29(3): 609–619.

Kosti R I, Panagiotakos D B, Mariolis A, Zampelas A, Athanasopoulos P, & Yiannis T. (2009). The Diet–Lifestyle Index evaluating the quality of eating and lifestyle behaviours in relation to the prevalence of overweight/obesity in adolescents. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 60(3): 34–47.

Lopes P, Oliveira S M, & Fortunato J S. (2008). Stress oxidativo e seus efeitos na insulino-resistência e disfunção das células  $\beta$ -pancreáticas. *Acta Med Port.* 21: 293-302.

Lunn J, & Buttriss J L. (2007). Carbohydrates and dietary fiber. *Nutr Bull.* 32: 21-64.

Matias A C G, & Arêas J A G. (2005). Glycemic and insulinemic responses in women consuming extruded amaranth (*Amaranthus cruentus* L). *Food Nutr. Res.* 25: 815 – 822.

Mc-Lellan K C P, Srebernich S M, Meireles F, Postali C C. & Merhi V A L. (2010). Determinação do índice glicêmico e da carga glicêmica de dietas hospitalares para indivíduos com diabetes. *Cad. saúde pública.* 18 (2): 259-65.

Moura, S. R. B. de M.; Carmo, A. C. M. do; & Tavano, O. L. (2020). A reflection on in vitro methodologies for estimating the glycemic index of foods. *Research, Society and Development, [S. I.]*, v. 9, n. 10, p. e1809108572.

Nugent A P. (2005).Health properties of resistant starch. *Nutr Bull.* 30: 7-54.

Opperman A M, Venter C S, Oosthuizen W, Thompson R L, & Vorster H H. (2014). Meta-analysis of the health effects of using the glycaemic index in meal-planning. *Br. j. nutr.* 92(3): 367-81.

Passos T U, Sampaio H Á C, Sabry M O D, Melo L P, Coelho M A M, & Lima J W O. (2015). Glycemic index and glycemic load of tropical fruits and the potential risk for chronic diseases. *Food Sci. Technol.* v. 35: 1.

Pires A M B, Silva P S, Nardelli P M, Gomes J C, & Ramos A M. (2006). Caracterização e processamento de cubiu (*Solanum sessiliflorum*). *Rev. Ceres.* 53: 309- 316.

Pereira A S, Shitsuka D M, & Shitsuka F J P. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. [cited 2020 Nov 13]. Available: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

Reshmi, S. K., Sudha, M. L., & Shashirekha, M. N. (2017). Starch digestibility and predicted glycemic index in the bread fortified with pomelo (*Citrus maxima*) fruit segments. *Food chemistry*, 237, 957-965.

Reynolds A N, Akerman A P, & Mann J. (2020). Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta analysis. *PLoS Med.* 17(3): 1003053.

Sandoval M A P. (2010). Efecto in vitro del extracto de *solanum sessiliflorum* — cocona I sobre el crecimiento de *helicobacter pylori*. *Ciencia e Investigación.* 13(1) :30-33.

Schulz M, Liese A D, Mayer-Davis E J, D'Agostino R B J R, Fang F, Sparks K C, & Wolever T M. (2005). Nutritional correlates of dietary glycaemic index: new aspects from a population perspective. *Br. j. nutr.* 94(3): 397-40.

Schwingshackl L, Hobl L P, & Hoffmann G. (2015). Effects of low glycaemic index/low glycaemic load vs. high glycaemic index/ high glycaemic load diets on overweight/ obesity and associated risk factors in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Nutr. J.* 14: 87.

- Sereno A B, Bampi M, Eloise I S, Ferreira S, Labronici R B, & Krüger C C H. (2018). Mineral profile, carotenoids and composition of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), a wild Brazilian fruit. *J Food Compost Anal.* 72: 2-38.
- Sereno A B, Gibbert L, Bertin R L, & Krüger C C H. (2017). Cultivo do maná cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) no litoral do Paraná e sua contextualização com a segurança alimentar e nutricional. *Divers@ Revista Eletrônica Interdisciplinar.* 10(2): 123-132.
- Sereno A B, Andrade M T P, Borges G S C, Montrucchio D P, Ferreira S M R F, Bertin R L, Reason, I J M, & Kruger C C H. (2020). Teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante encontrados na casca do maná cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Braz. J. of Develop.*, 6:(11): 93187-93199.
- Shenstone E, Lippman Z, & Van E J. (2020). A review of nutritional properties and health benefits of *Physalis* species. *Plant Foods Hum Nutr.* 75:316–325.
- Shobana S, Kokila A, Lakshmi Priya N, Subhashini S, Ramya Bai M, Mohan V, Malleshi N G, Anjana R M, Henry C J K, & Sudha V. (2012). Glycemic response of rice, wheat and finger millet based diabetic food formulations in normoglycemic subjects. *Int. J. Food Sci.* 63(2): 178-183.
- Silva F M, & Mello V D F. (2006). Índice glicêmico e carga glicêmica no manejo do diabetes melito. *Revista do Hospital das Clínicas de Porto Alegre – HCPA.* 26 (2): 73-81.
- Sun, C., Liu, Y., Zhan, L., Rayat, G. R., Xiao, J., Jiang, H., ... & Chen, K. (2021). Anti-diabetic effects of natural antioxidants from fruits. *Trends in Food Science & Technology*, 117, 3-14.
- Szwarcwald C L, Júnior P R B S, Damacena S N, Almeida W S, Malta D C, Stopa S R, Vieira, N L F P, & Pereira A Z. (2015). Recommendations and practice of healthy behaviors among patients with diagnosis and diabetes in Brazil: National Health Survey (PNS). *Rev Bras Epidemiol.* 2: 132-45
- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). (2020). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo [cited 2020 Nov 13]. Available from: <http://www.fcf.usp.br/tbca>.
- Tamura M, Singh J, Kaur L, & Ogawa Y. (2016). Impact of the degree of cooking on starch digestibility of rice - An in vitro study. *Food Chem.* 191: 98- 104.
- USDA. (2013). Department of Agriculture, Agricultural Research Service. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 25. Nutrient Data Laboratory cited 2020 Nov 13]. Available from: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>
- Vivian T B, da Silva C P, Manólio R A S, & Arêas, J A G. (2013). Valor nutritivo de pães adicionados de farinha de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stignocarpa* Mart.). In: *Anais do simpósio latino americano de ciências de alimentos. Anais eletrônicos.* Campinas, Galoá, [cited 2020 Nov 13]. Available from: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2013/trabalhos/valor-nutritivo-de-paes-adicionados-de-farinha-de-jatoba-do-cerrado-hymenaea-stignocarpa-mart?lang=pt-br>
- WHO / UNICEF / UNU. (2001) Iron Deficiency Anaemia: Assessment, Prevention and Control. A Program from Programme Managers WHO/NHD/01.3. Geneva.
- Wolever T M S. (1990). Relationship between dietary fiber content and composition in foods and the glycemic index. *Am. J. Clin. Nutr.* 51(1) 72-75.
- Yusof B N M, Talib R A, Karim N A, Kamarudin N A, & Arshad F. (2009). Glycaemic index of four commercially available breads in Malaysia. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 60(6): 487-496
- Yuyama L K O, Pereira Z R F, Aguiar J P L, Filho S D F, Souza R F S, & Teixeira E A P. (2005). Estudo da influência do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) sobre a concentração sérica de glicose. *Rev. Inst. Adolfo Lutz.* 64(2): 232-236.
- Zheng Y, Tian J, Yang W, Chen S, Liu D, Fang H, & Zhang H, Ye X.(2020). Inhibition mechanism of ferulic acid against  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase. *Food Chem.* 317:126346.