



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

LÍVIA MARIA DA SILVA

**COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E ÍNDICE GLICÊMICO DE FEIJÕES CAUPI
(*Vigna unguiculata* L. Walp) ALVOS PARA A BIOFORTIFICAÇÃO**

ALEGRE – ES

2022

LÍVIA MARIA DA SILVA

**COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E ÍNDICE GLICÊMICO DE FEIJÕES CAUPI
(*Vigna unguiculata* L. Walp) ALVOS PARA A BIOFORTIFICAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Neuza Maria Brunoro Costa

Coorientadora: Prof^a. Rita de Cássia Gonçalves Alfenas

Coorientadora: Mariana Grancieri

ALEGRE – ES

2022

S586c Silva, Lívia Maria da, 1970-
Composição nutricional e índice glicêmico de feijões caupi
(*Vigna unguiculata* L.Walp) alvos para biofortificação / Lívia
Maria da Silva. - 2022.
52 f. : il.

Orientadora: Neuza Maria Brunoro Costa.

Coorientadores: Rita de Cássia Gonçalves Alfenas, Mariana
Grancieri.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de
Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de
Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Carga glicêmica. 2. Biofortificação. 3. Feijão. 4. Composição
química. I. Costa, Neuza Maria Brunoro. II. Alfenas, Rita de
Cássia Gonçalves. III. Grancieri, Mariana. IV. Universidade
Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias. V. Título.

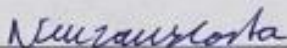
CDU: 664

LÍVIA MARIA DA SILVA

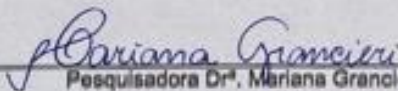
**"COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E ÍNDICE GLICÊMICO DE
FEIJÕES CAUPI (*VIGNA UNGUICULATA* L. WALP) ALVOS PARA
BIOFORTIFICAÇÃO"**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

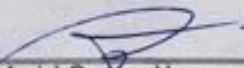
Aprovada em 29 de julho de 2022.



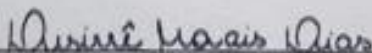
Prof.^a, Dr.^a, Neuza Maria Brunoro Costa
Universidade Federal do Espírito Santo-UFES
Orientadora



Pesquisadora Dr.^a, Mariana Grancieri
Universidade Federal de Viçosa-UFV
Coorientadora



Prof. Dr. André Gustavo Vasconcelos Costa
Universidade Federal do Espírito Santo-UFES
Examinador Interno



Prof.^a, Dr.^a, Desiré Moraes Dias
Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga-FADIP
Examinadora Externa

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pilares da minha formação,
Deolinda e Almiro (*in memoriam*), com muito
amor e carinho. Gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela força que tem me proporcionado, só nós dois sabemos tudo que passei até chegar aqui. Teve dias que achei que não conseguiria, mas Ele me deu força e coragem para prosseguir nesse sonho.

À minha mãe, Deolinda que me ajudou muito nesse período, que não me deixou desistir desse sonho.

Ao meu pai, Almiro, minha saudade, que de onde estiver, tenha orgulho de mim.

À minha companheira de quatro patas, Kali, meu pacotinho de amor.

As novas amigas que encontrei nessa trajetória, Luina Ribeiro Noia, Antônio Raimundo e Matheus de Paula, que sorte a minha, nossos caminhos terem se cruzado, obrigada pelo apoio e carinho quando mais precisei, e pelo incentivo de não desistir do meu sonho. Minha gratidão.

À minha orientadora, Neuza Maria Brunoro Costa, pela paciência, pelo auxílio necessário para a elaboração do trabalho, pelo incentivo em não desistir no meio do percurso.

Às minhas coorientadoras, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas e Marina Grancieri, pela contribuição para a realização desse trabalho.

Aos membros da equipe do projeto: Letícia de Souza Scherrer, Thaís Fidelis Barbosa da Silva, Maria Fernanda Rosa da Silva Gonçalves, Marjorie Ribeiro Oliveira e Eduardo Lorencetti Fornazier que foram importantes para a realização desse trabalho. E não poderia deixar de agradecer aos voluntários da pesquisa, os quais foram fundamentais para acontecer esse projeto.

RESUMO

O consumo de alimentos com elevado índice glicêmico são associados a alterações da glicemia, podendo ocasionar complicações metabólicas em todo o organismo. Por outro lado, a procura por alimentos associados a benefícios funcionais vem promovendo mudanças no hábito alimentar da população, principalmente pelos alimentos de origem vegetal, por possuírem em sua composição compostos fenólicos e fibras que são associados a redução do índice glicêmico dos alimentos. Portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a composição nutricional e o índice glicêmico dos feijões caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) alvos para biofortificação. Foram utilizados no estudo variedades de feijões-caupi alvos para biofortificação, BRS Xique-xique, BRS Aracê e BRS Tumucumaque; e uma variedade convencional: BRS Pajeú. Os feijões foram cozidos em panela de pressão elétrica doméstica com água (proporção de 1:2, de feijão e água), liofilizados e triturados para obtenção de uma farinha fina. Posteriormente, foram realizadas análises químicas de umidade, cinzas, proteínas, carboidratos, lipídios, fibras alimentares, minerais, compostos fenólicos, e atividade antioxidante. Após a análise química seguiu-se a avaliação do índice glicêmico e carga glicêmica dos feijões. Essa avaliação foi realizada por meio de um estudo agudo com onze voluntários saudáveis, que ingeriram cada um dos 4 feijão-caupi, supramencionados, e três doses do controle glicose anidra, contendo 25 g de carboidratos disponíveis, em dias não consecutivos. Durante um período de 120 minutos foi verificada a resposta glicêmica pós-prandial. Os dados de composição química foram analisados por ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFES (n° 5.181.338). Como resultado, observou-se elevada quantidade de fibra alimentar total nos feijões (entre $22,7 \pm 1,29$ e $36,07 \pm 1,08$ g/100g), sendo a fibra insolúvel predominante (entre $20,52 \pm 0,96$ e $30,22 \pm 1,08$), o BRS Pajeú apresentou o maior valor. O teor de fitato no BRS Pajeú e BRS Xique-xique foi semelhante ($0,97 \pm 0,02$ g/100g), apresentando valores maiores em relação aos cultivares BRS Tumucumaque ($0,89 \pm 0,01$ g/100g) e BRS Aracê ($0,66 \pm 0,02$ g/100g). O teor de ferro no BRS Xique-xique ($50,82 \pm 1,95$ mg/kg) foi maior, apresentando semelhança entre os cultivares BRS Pajeú ($50,68 \pm 0,46$ mg/kg) e BRS Aracê ($46,72 \pm 3,30$ mg/kg), enquanto o BRS Tumucumaque apresentou o menor valor ($44,66 \pm 1,66$ mg/kg). Quanto ao índice glicêmico, todos os feijões apresentaram uma área incremental sob a curva glicêmica (iAUC) menor

comparando com a área da glicose. O BRS Pajeú ($1520 \pm 331,6$ mg/dLx min) obteve um valor de iAUC semelhante ao BRS Xique-xique ($1215 \pm 382,9$ mg/dL x min), contudo o valor encontrado foi maior em comparação com o BRS Tumucumaque ($1090 \pm 333,9$ mg/dL x min) e do BRS Aracê ($612,7 \pm 318,1$ mg/dL x min). O índice glicêmico apresentado do BRS Aracê ($25,89 \pm 0,83$) foi o menor valor, seguido pelo BRS Tumucumaque ($46,05 \pm 0,88$), BRS Xique-xique ($51,33 \pm 1,00$) e do BRS Pajeú ($64,22 \pm 0,87$). Nos valores da carga glicêmica, o BRS Aracê (4,70) apresentou o menor valor seguido pelo BRS Pajeú (5,10), BRS Tumucumaque (7,32) e do BRS Xique-xique (8,26). Em relação aos parâmetros sensoriais, apenas o gosto e a textura apresentaram diferença estatística significativa, sendo o BRS Pajeú e BRS Xique-xique diferentes entre si. Conclui-se que os feijões-caupi alvos para biofortificação apresentaram baixo índice glicêmico, podendo ser uma alternativa de baixo custo para melhorar a qualidade da alimentação da população.

Palavras-chaves: carga glicêmica; biofortificação; feijão; composição química.

ABSTRACT

The consumption of foods with a high glycemic index is associated with changes in blood glucose, which can cause metabolic complications throughout the organism. The search for foods associated with functional benefits has been promoting changes in the population's eating habits, especially for foods of vegetal origin, as they have phenolic compounds in their composition and also fibers that are associated with the reduction of the glycemic index of foods. Therefore, the present study aims to evaluate the nutritional composition and glycemic index of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) targets for biofortification. Cowpea varieties target for biofortification were used in the study BRS Xique-xique, BRS Aracê and BRS Tumucumaque; and a conventional variety: BRS Pajeú. The beans were cooked in a domestic electric pressure cooker with water (proportion of 1:2, beans and water), freeze-dried and ground to obtain a fine flour. Subsequently, were carried out analyzes of moisture, ashes, proteins, carbohydrates, lipids, dietary fibers, minerals phenolic compounds, and antioxidant activity. After the chemical analysis, the glycemic index and glycemic load of the beans were evaluated. This evaluation was performed through an acute study with eleven healthy volunteers, who ingested each of the 4 cowpea beans mentioned above and three doses of the anhydrous glucose control, containing 25 g of available carbohydrates, on non-consecutive days. During a period of 120 minutes, the postprandial glycemic response was verified. The chemical composition data were analyzed by ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). The present study was approved by the Research Ethics Committee of UFES (nº 5.181.338). The results showed a high amount of total dietary fiber in the beans (between 22.7 ± 1.29 and 36.07 ± 1.08 g/100g) the predominant insoluble fiber (between $20,52 \pm 0,96$ and $30,22 \pm 1,08$), BRS Pajeú presented the highest value. The phytate content in BRS Pajeú and BRS Xique-xique was similar (0.97 ± 0.02 g/100g) with higher values in relation to cultivars BRS Tumucumaque (0.89 ± 0.01 g/100g) and BRS Aracê (0.66 ± 0.02 g/100g). The iron content in BRS Xique-xique (50.82 ± 1.95 mg/kg) was higher, showing similarity between the cultivars BRS Pajeú (50.68 ± 0.46 mg/kg) and BRS Aracê (46.72 ± 3.30 mg/kg), while BRS Tumucumaque had the lowest value (44.66 ± 1.66 mg/kg). As for the glycemic index, all beans had a smaller incremental area under the glycemic curve (iAUC) compared to the glucose area. BRS Pajeú (1520 ± 331.6 mg/dLx min) obtained an iAUC value similar to BRS Xique-xique (1215 ± 382.9 mg/dL x min),

however the value found was higher compared to BRS Tumucumaque (1090 ± 333.9 mg/dL x min) and BRS Aracê (612.7 ± 318.1 mg/dL x min). The glycemic index of BRS Aracê ($25.89 \pm 0,83$) was the lowest value obtained among cowpea beans, followed by BRS Tumucumaque ($46.05 \pm 0,88$), BRS Xique-xique ($51.33 \pm 1,00$) and BRS Pajeú ($64.22 \pm 0,87$). The values of glycemic load BRS Aracê (4.70) had the lowest value followed by BRS Pajeú (5.10), BRS Tumucumaque (7.32) and BRS Xique-xique (8.26). Regarding the sensory parameters, only the taste and texture showed a statistically significant difference, with BRS Pajeú and BRS Xique-xique being different from each other. It is concluded that cowpeas targeted for biofortification had the lowest glycemic index, which could be a low-cost alternative to improve the quality of the population's diet.

Keywords: glycemic load; biofortification; bean; chemical composition

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição centesimal e compostos bioativos dos quatro cultivares de Feijão caupi cozidos liofilizados.	31
Tabela 2: Composição dos minerais dos quatro cultivares do Feijão caupi cozidos .	33
Tabela 3: Perfil de inclusão dos participantes	34
Tabela 4: Glicemia (mg/dL) dos voluntários em jejum (tempo 0) e após a ingestão dos feijões caupi e do produto de referência (glicose)	35
Tabela 5: Índice Glicêmico e carga glicêmica em uma porção de 90g dos feijões caupi	38
Tabela 6: Médias dos resultados da análise sensorial	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Feijão Caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp): A- BRS Aracê biofortificado; B- BRS Tumucumaque biofortificado; C-BRS Xique-xique biofortificado; D-BRS Pajeú convencional.	22
Figura 2: Desenho experimental das análises.....	23
Figura 3: Esquema da preparação da farinha dos feijões.	24
Figura 4: Desenho experimental do estudo Índice Glicêmico.	28
Figura 5: Curva Glicêmica dos feijões-capui convencional e biofortificado ao longo de 120 minutos.....	37
Figura 6: Escala Visual de Saciedade.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 Feijão-caupi	18
3.2 Biofortificação.....	19
3.3 Índice Glicêmico.....	20
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Matéria prima	22
4.2 Desenho experimental do estudo.....	23
4.3 Preparo e análises químicas dos feijões.....	23
4.3.1 Preparação da farinha dos feijões.....	23
4.3.2 Caracterização da matéria prima	24
4.3.4 Avaliação da capacidade antioxidante e dos compostos fenólicos	25
4.4 Índice glicêmico.....	26
4.4.1 Comitê de ética	26
4.4.2 Participantes	26
4.4.3 Desenho experimental	27
4.4.4 Determinação do índice glicêmico e da Carga glicêmica	28
4.5 Análise estatística	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1 Composição centesimal	31
5.2 Índice Glicêmico e a carga glicêmica	34
5.3 Análise sensorial e escala VAS.....	38
6 CONCLUSÃO.....	41

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE VOLUNTÁRIO.....	48
ANEXO I – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	49
ANEXO II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	50

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre os benefícios da alimentação saudável sobre as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), tem promovido mudanças no hábito alimentar da população a qual vem aumentando a procura por alimentos mais saudáveis e naturais, principalmente os produtos de origem vegetal. Os alimentos de origem vegetal possuem em sua composição compostos bioativos, como ácidos fenólicos, flavonoides e fibras, que favorecem a redução do índice glicêmico e de danos oxidativos associados a doenças (BAHADORAN et al, 2015; CORREA et al, 2016; CAVALVANTE et al, 2017).

Dentre os produtos vegetais, as leguminosas são fontes proteicas, com custo mais acessível do que a proteína animal. Incluem-se nesse grupo o feijão, o grão de bico, a soja, a ervilha dentre outros. O feijão é considerado base da alimentação, fazendo parte do hábito alimentar brasileiro (CORREA et al, 2016). As principais espécies cultivadas e encontradas são a *Phaseolus vulgaris* (L) e a *Vigna unguiculata* (L) Walp, que são conhecidas respectivamente pela população como o feijão comum e feijão-caupi (SANT`ANA et al, 2019).

O feijão caupi, também conhecido como feijão macassar, feijão de corda, feijão fraldinha ou feijão miúdo, é um alimento com alto valor nutritivo, que possui em sua composição proteína principalmente globulinas e albuminas, carboidratos, incluindo os oligossacarídeos não digeríveis (rafinose, estaquinose e verbascose), fibras alimentares, vitaminas do complexo B, minerais (como o potássio, ferro, magnésio e zinco), baixo teor em gorduras e compostos fenólicos, como o ácido fenólico e flavonoides (ARIVIANI et al, 2020).

Além disso, o feijão caupi é um dos alimentos utilizados para a biofortificação, através do melhoramento genético, tornando-se uma estratégia de baixo custo acessível para a população. Esta técnica consiste em um melhoramento genético convencional de cultivares que possui a finalidade de produção de plantas com teores nutritivos mais alto em comparação com a variedade comum melhorando na qualidade da composição nutricional (BOUIS et al, 2011; DIAS et al, 2020; SANT`ANA et al, 2019), melhorando a qualidade nutricional do alimento, devido ao aumento dos micronutrientes, como zinco, vitamina A e ferro, nutrientes estes que quando consumidos em quantidades inadequadas, acarreta-se impacto negativo a saúde (ANTUNES et al, 2019).

Dada a composição nutricional do feijão, principalmente o biofortificado, essa leguminosa é associada a benefícios funcionais, principalmente devido à elevada atividade antioxidante, podendo contribuir para a redução do risco das DCNT, como diabetes mellitus e dislipidemia, bem como na desnutrição (CORREA et al, 2016, CAVALCANTE et al, 2017. ARIVIANI et al, 2020).

Ante o exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a composição nutricional e o índice glicêmico de feijões caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) alvos para a biofortificação. Assim, espera-se que os feijões-caupi biofortificados apresentem baixo índice glicêmico, podendo contribuir no controle da glicemia, proporcionando uma melhora na qualidade de vida da população, possibilitando a inclusão do feijão caupi principalmente o biofortificado na alimentação de escolares, por se tratar de uma população mais vulnerável à desnutrição, podendo ser inseridos em diversas preparações para uma melhor aceitação

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a composição nutricional e o índice glicêmico de feijões caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) alvos para a biofortificação.

2.2 Objetivos específicos

- I. Analisar a composição centesimal, concentração de minerais, compostos fenólicos, taninos e fitatos, bem como a capacidade antioxidante dos feijões caupi convencional e biofortificados.
- II. Determinar o índice glicêmico e a carga glicêmica dos feijões caupi alvos para biofortificação e convencional em indivíduos saudáveis.
- III. Avaliar as sensações de apetite e palatabilidade dos feijões caupi

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Feijão-caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) é produzido em regiões tropicais e subtropicais do mundo como África, América Latina e Ásia (BEZERRA et al, 2019; BELAY et al, 2017; SILVA et al, 2018). Chegou ao Brasil pelos portugueses no século XVI inicialmente pelo Estado da Bahia alcançando os outros estados posteriormente. Atualmente é cultivado principalmente nas regiões Norte e Nordeste por pequenos e médios produtores, sendo uma das fontes de renda e empregabilidade nessas regiões. Seu consumo se espalhou para as regiões Sudeste e Centro-Oeste, por ser um produto que possui fácil adaptação ao clima. Em sua composição encontram-se proteínas, fibras alimentares, minerais, vitaminas e carboidratos, tornando-se uma das principais fonte de nutrientes para as populações de baixa renda. (CAVALCANTE et al, 2017; SILVA et al, 2018; BEZERRA et al, 2019).

Segundo os dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2017-2018, que analisaram o consumo alimentar no Brasil através de recordatório de 24 horas, constataram uma diminuição em relação a frequência do consumo do feijão e um aumento das preparações à base desse alimento. Os dados obtidos na pesquisa mostraram que o consumo variou de 72,8% para 60,0% enquanto as preparações aumentaram de 3,0% para 12,0%. Todavia, a somatória dos valores de feijão e das preparações, houve uma diminuição no consumo de 75,8 para 72%.

Pelo fato de ter um baixo custo em sua produção, o feijão-caupi possui um destaque econômico, social como também na segurança alimentar do brasileiro, com isso torna-se fácil inserir diariamente na alimentação do brasileiro. Um alimento que possui um alto valor nutritivo, produzido em um ciclo curto e submetido em condições com déficit hídrico como ocorre na região Nordeste (LOVATO et al, 2017; BEZERRA et al, 2019).

A área de plantio do feijão-caupi no Brasil foi de 1.349,6 milhões de hectares correspondente a safra de 2020/2021, sendo que a produção foi de 623,8 mil toneladas (CONAB, 2022). Dependendo da região o feijão-caupi é conhecido por outros nomes populares como feijão macassar, feijão de corda, feijão fraldinha ou miúdo (ARIVIANI et al, 2020; OLIVEIRA et al, 2021).

Em sua composição química, possui principalmente proteínas (globulinas e albuminas) além de carboidratos, incluindo os oligossacarídeos não digeríveis

(rafinose, estaquiose e verbascose), fibras alimentares, vitaminas do complexo B, minerais (como o potássio, ferro, magnésio e zinco), baixo teor em gorduras e presença de compostos fenólicos, como o ácido fenólico e flavonoides podendo contribuir na redução de doenças (LOVATO et al, 2017; ARIVIANI et al, 2020).

As frações da fibra alimentar que são encontradas nas leguminosas consistem solúvel e insolúvel, as quais trazem benefícios à saúde como exemplos o controle do funcionamento intestinal, redução do colesterol e controle na glicemia. As fibras possuem capacidade de ligação polivalente podendo levar a uma redução na biodisponibilidade de alguns nutrientes, principalmente de proteínas e dos minerais (HUBER, 2011; RAMÍREZ-CÁRDENAS et al, 2008)

Além disso, as leguminosas contem substâncias que podem afetar o processo digestório, interferindo na absorção de nutrientes como proteínas e minerais. Esse fato se deve a capacidade desses compostos (especialmente, taninos e fitatos) de precipitar proteínas, reduzindo a sua digestão e absorção, de formar complexos com diversos minerais, como ferro, zinco e cálcio, reduzindo a sua absorção intestinal (CARVALHO et al, 2012, BENEVIDES et al, 2011; RAMÍREZ-CÁRDENAS et al, 2008.) como também redução do valor nutricional desses alimentos (BENEVIDES et al, 2011; DIAS et al, 2020).

Entretanto esses compostos podem apresentar efeitos benéficos à saúde, como redução do risco de doenças DCNT. Os efeitos indesejáveis poderão ser reduzidos ou até eliminados durante o preparo através, do descascamento, remolho na cocção (RIOS et al, 2003; LOVATO et al, 2017; RAMÍREZ-CÁRDENAS et al, 2008).

A composição nutricional poderá sofrer variações de acordo com o clima do local e as condições do solo. Devido a isso, o processo de biofortificação de alguns cultivares de feijão, que é um melhoramento genético convencional, contribui no aporte nutricional melhorando, assim na alimentação nas populações mais carentes (LOVATO et al, 2017).

3.2 Biofortificação

As deficiências de micronutrientes, principalmente vitamina A, iodo e ferro, sendo os quais os mais deficientes na saúde pública em países em desenvolvimento, são imprescindíveis para um bom desenvolvimento do organismo. Deficiências estão geralmente relacionadas com ingestão inadequada ou monótona alimentar ou até pela

falta do alimento básico. Assim, ações de fortificação e biofortificação de alimentos poderão melhorar a ingestão dos micronutrientes pela população mais vulnerável (BOUIS et al, 2011; CORREA et al, 2020; NUTTI et al, 2009).

A biofortificação de alimentos consiste em um melhoramento genético convencional de cultivares que possui a finalidade de produção de plantas com teores nutritivos mais alto em comparação com a variedade comum melhorando na qualidade da composição nutricional (BOUIS et al, 2011; DIAS et al, 2020; SANT´ANA et al, 2019). Ocorre em algumas culturas, como exemplos, no trigo, batata doce, arroz e o feijão. E essa seleção geram cultivares mais nutritivos para assim atuar como estratégica no combate na redução à fome oculta, particularmente pela deficiência do ferro, zinco e de vitamina A (BIOFORT, 2018; DIAS et al, 2020; NETO et al, 2022).

Há uma necessidade que esses alimentos biofortificados sejam bem aceitos para que assim possam trazer mais benefícios com um baixo custo a população, especialmente as de baixa renda (BIOFORT, 2018). Estes alimentos são fonte adicional de nutrientes como proteínas e micronutrientes, principalmente vitamina A, ferro e zinco, desta forma esses alimentos biofortificados podem contribuir nos ciclos de vida, como infância, adolescência, adultos, seja homem e/ou mulher e nos idosos. Os benefícios que poderão trazer são diferenciados pela faixa etária da idade, pois dependerá da quantidade a ser ingerida pelos alimentos básicos como também as deficiências diárias pelo organismo dos micronutrientes necessários em cada processo de vida, seja: crescimento, gravidez e na lactação (BOUIS et al, 2011; CORREA et al, 2020; FREITAS et al, 2022).

Os estudos desses cultivares são constantes através dos programas da EMBRAPA, as culturas como BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique foram desenvolvidas biofortificados para que assim possam ter níveis altos de minerais (FREITAS et al, 2022) e ser mais acessíveis as populações. Freitas et al (2022) relatou alguns cultivares do feijão caupi cozido, dentre eles BRS Tumucumaque e BRS Pajeú, o teor de ferro encontrado foi de 5,95mg e 5,89mg respectivamente, enquanto o teor de zinco foi de 4,18mg e 4,17mg respectivamente.

3.3 Índice Glicêmico

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) estão ligadas, muitas vezes, aos hábitos alimentares errôneos. O consumo elevado de produtos ricos em

carboidratos simples, gorduras saturadas e baixo teor de fibras pode estar associado a uma maior incidência de DCNT, dentre elas podemos destacar a diabetes mellitus tipo 2 (BRASIL, 2011). O índice glicêmico (IG) é utilizado para avaliar o efeito glicêmico dos alimentos. É um cálculo quanto do consumo de carboidratos existente no alimento e as suas concentrações que irão apresentar na corrente sanguínea, sendo um parâmetro para analisar a qualidade do carboidrato. A carga glicêmica (CG) é a relação do IG do alimento quanto a qualidade e quantidade do carboidrato presentes em uma porção do alimento. É utilizado para avaliar se o alimento será adequado ou não ao consumo tanto para pessoas saudáveis ou caso tenha alguma patologia, como exemplo o Diabetes Mellitus (DM) e resistência insulínica (DO VALE et al, 2018).

Com isso, os alimentos que possuem propriedades funcionais, dada presença de compostos bioativos, tornam-se aliados na redução do risco das DCNT (CAPRONI et al, 2021; ROCHA et al, 2021). O consumo de alimentos que possam fornecer alto teor de fibras podem ajudar no controle do peso, contribuindo também na modulação do metabolismo de glicose. Esses benefícios da ingestão de fibra estão associados à capacidade de aumentar a tolerância à glicose, como também contribuindo no controle do metabolismo lipídico. Alimentação com alto teor de fibra alimentar poderá apresentar um baixo índice glicêmico (IG), contribuindo no controle da hiperglicemia (CAPRONI et al, 2021; DIAS et al, 2020; ROCHA et al, 2021).

Silva et al (2019) relatam que alguns estudos realizados em humanos, mostraram que o consumo de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) promoveu a modulação na resposta glicêmica. Reverri et al (2015) em um estudo randomizado, controlado e cruzado em adultos portadores de síndrome metabólica, relataram que o uso de feijão preto na alimentação ocidental ocasionou concentrações de insulina pós prandial reduzidas, podendo ser explicado por se tratar de um produto que possui fibras e capacidade antioxidante em sua composição. No entanto, há poucas referências de estudos com humanos, necessitando mais pesquisas nessa área para melhor esclarecimento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos laboratórios de Nutrição Experimental, Técnica Dietética e de Avaliação Nutricional, do Departamento de Farmácia e Nutrição, do Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde (CCENS), da Universidade Federal do Espírito Santo - Alegre/ES.

4.1 Matéria prima

As matérias primas utilizadas no estudo foram feijões caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), biofortificados: BRS Aracê (Figura 1A), BRS Tumucumaque (Figura 1B), BRS Xique-xique (Figura 1C); e convencional: BRS Pajeú (Figura 1D). Os feijões foram fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA), Piauí, Brasil.



Figura 1: Feijão Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp): A- BRS Aracê biofortificado; B- BRS Tumucumaque biofortificado; C-BRS Xique-xique biofortificado; D-BRS Pajeú convencional.

4.2 Desenho experimental do estudo

Após seleção uma previa seleção dos grãos, os mesmos foram cozidos, triturados no liquidificador para obtenção de uma farinha fina para assim realizar as análises químicas para caracterização da matéria prima. Foram realizadas as análises de cinzas, umidade, carboidrato, proteína, lipídeos, fibras, capacidade antioxidante, compostos fenólicos e minerais. Foi realizada também estudo experimental, o qual participaram 11 indivíduos saudáveis, sendo seis mulheres e cinco homens, para determinação do índice glicêmico (IG) dos alimentos testes (Figura 2).

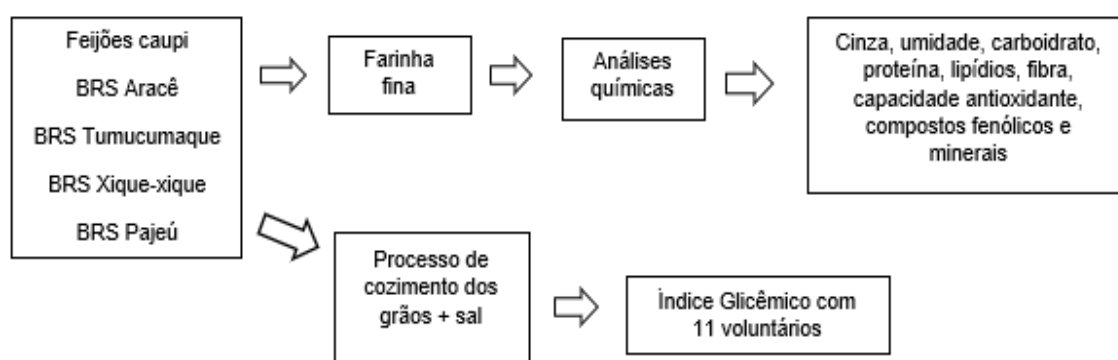


Figura 2: Desenho experimental das análises.

4.3 Preparo e análises químicas dos feijões

4.3.1 Preparação dos feijões

Os grãos do feijão caupi convencional e biofortificados passaram por uma seleção prévia para retirada de sujidades e de quaisquer grãos que não estivessem intactos. Então, foram lavados em água corrente e cozidos em panela de pressão elétrica doméstica (2L), durante 15 minutos utilizando água na proporção de 1:2 (feijão: água). Após o cozimento, os grãos resfriados e congelados a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, com posterior secagem a $35,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, em um Liofilizador modelo LIW (marca JJ Científica), juntamente com a água utilizada na cocção durante 24 horas. Após o procedimento, os feijões, foram triturados no liquidificador para obtenção de uma farinha fina e homogênea que, posteriormente, foi acondicionada em recipientes laminados, sob

refrigeração a 8 °C para posteriores análises (SANT`ANA et al, 2019). A descrição da preparação está ilustrada na Figura 3.

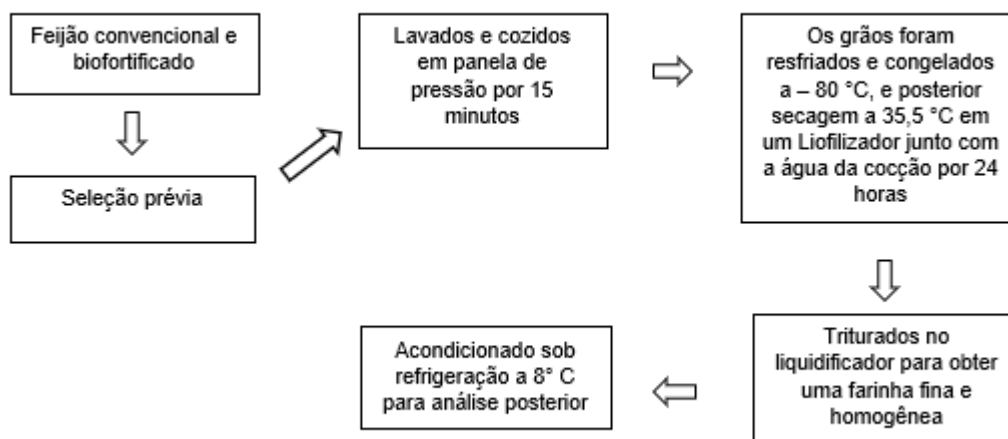


Figura 3: Esquema da preparação da farinha dos feijões.

4.3.2 Caracterização da matéria prima

A determinação da umidade foi realizada de acordo com o procedimento padrão descrito pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2012) pelo método de peso constante. O teor de proteínas foi determinado pelo método Kjeldhal como descrito pela AOAC (2012) e o valor encontrado do nitrogênio foi multiplicado pelo fator 6,25.

Os lipídios foram realizados por extração com éter de petróleo no aparelho Ankom XT15 Extraction System acordo com o método descrito pela AOAC (2012).

O teor de cinzas foi determinado através da incineração em mufla a 550 °C no tempo de 6 horas conforme descrito pela AOAC (2012).

As fibras solúveis e insolúveis foram determinadas pelo método enzimático-gravimétrico, utilizando o kit Megazyme (kit de ensaio de fibra dietética total Mega-Calc K-TDF-200A). Para realizar a hidrólise enzimática foi utilizado a α -amilase, protease e amiloglicosidase. A fibra total foi determinada pela soma das fibras solúveis e insolúveis. Foi analisado ainda o teor de amido resistente através da digestão simulada com a α -amilase pancreática e amiloglicosidase, utilizando kit comercial (kit de ensaio de amido resistente AAC 32-40), seguindo as instruções do fabricante.

A quantificação de carboidratos foi obtida pela diferença, subtraindo a

quantidade de cinzas, proteínas, lipídios umidade, fibras (solúveis e insolúveis) de 100 (SANT`ANA et al, 2019).

4.3.4 Avaliação da capacidade antioxidante e dos compostos fenólicos

Primeiramente, foi elaborado o extrato das farinhas de feijão. Para elaboração do extrato, 1g de cada farinha seca foi adicionada de 40 mL de etanol: água 80/20 (v/v) (PEREIRA e TAVANO, 2014) por 2h a 5 °C, sob proteção da luz. As amostras foram centrifugadas a 7.000 g por 5 min/5 °C.

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método espectrofotométrico, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu. A metodologia determina a capacidade de sequestro do radical livre DPPH (2,2-difinil-1-picril-hidrazil. O reagente de Folin-Ciocalteu foi adicionado durante a homogeneização da mistura. Após repouso aproximado de 3 minutos, foram incorporados ao frasco carbonato de sódio a 20% e submetidos a armazenados a temperatura -18°C para análises posteriores. O ácido gálico foi utilizado para confecção da curva padrão para quantificar o teor de composto fenólicos totais (CALVALCANTE et al 2017; SANT`ANA et al, 2019; ZHANG et al, 2019). A atividade antioxidante foi determinada conforme o método de captura dos radicais DPPH (URREA-VICTORIA et al, 2016; SILVA et al, 2018).

A quantificação dos taninos foi feita pelo método de vanilina segundo Burns (1971), adaptado por Maxson e Rooney (MAXSON; ROONEI, 1972) e Prince, Van Scovoc e Butler (1978). Alíquotas contendo 200 mg de farinha das variedades dos feijões, foram adicionadas em tubos contendo 10 mL de solução a 1% de HCl em metanol. Os tubos foram dispostos em um agitador automático à 80 rpm por 20 minutos à 30 °C para que ocorresse a extração dos taninos. Posteriormente, os tubos foram 3.000 rpm durante 20 minutos, o sobrenadante (1 mL) foi colhido e adicionados a 2,5 mL de solução a 1% de vanilina em metanol e 2,5 mL de solução a 8% de HCl em metanol. Em seguida, os tubos foram mantidos em repouso durante 20 minutos e as absorbâncias foram medidas à 500 nm em espectrofotômetro (UV-1601, Shimadzu®) contra o branco. A expressão dos resultados foi feita utilizando uma curva-padrão de catequina sendo expressa em mg equivalente de catequina por 100 mg de amostra ($y=0,5002x + 0,0052$; $R^2 = 0,9995$).

Para análise do ácido fítico foi utilizado o kit de ácido fítico - K-PHYT (fósforo

total) – Megazyme, seguindo as instruções do fabricante.

A análise dos minerais (cálcio, cobre, ferro, fósforo, manganês, magnésio, potássio, sódio e zinco) foi feita conforme relatado por Gomes e Oliveira (2011). Adicionou-se 10 mL de ácido nítrico concentrado em tubos de digestão contendo 1g de amostra. As análises foram feitas em triplicata. Subsequente, as amostras sofreram aquecimento em bloco digestor com exaustão, a 80 °C, ocorrendo progressivamente o aumento da temperatura até 160 °C, mantidas por 16 horas até que formasse uma solução límpida. Após esse período os tubos permaneceram em temperatura ambiente para que ocorresse o resfriamento. O conteúdo foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL, em seguida o tubo foi lavado em água deionizada e agitado em vórtex, evitando assim perdas. O conteúdo foi derramado no balão volumétrico até que completasse o volume. A solução foi utilizada na leitura do conteúdo dos minerais utilizando espectrofotometria de emissão Atômica (Perkin Elmer – Optima 3300 DV, NorWalk, USA), realizado no laboratório de Espectrofotometria de Absorção Atômica no Departamento de Solos/UFV. As vidraçarias utilizadas sofreram previamente uma desmineralização em solução contendo ácido nítrico 10% durante um período de 12 horas, e posteriormente secas em estufa de circulação.

4.4 Índice glicêmico

4.4.1 Comitê de ética

O protocolo do presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Espírito Santo – Alegre – ES (Parecer 5.181.338 – Anexo I). Todos os participantes foram devidamente esclarecidos quanto aos objetivos do projeto e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de serem incluídos como participantes do projeto (Anexo II).

4.4.2 Participantes

O estudo experimental foi realizado com 11 indivíduos saudáveis, sendo seis mulheres e cinco homens. O número de participantes foi baseado em Brouns et al (2005), que assegura que a inclusão de pelo menos 10 indivíduos provê um razoável grau de poder e precisão para a maioria dos propósitos/alimentos para determinação do IG.

O recrutamento foi realizado com os alunos da graduação, pós graduação e/ou funcionários da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, utilizando meio de mídias sociais e divulgação direta do estudo.

Os critérios de inclusão foram: indivíduos eutróficos (índice de massa corporal variando entre 18,5 a 24,9 kg/m² e percentual de gordura de 12 a 20% para gênero masculino e de 20 a 30% para o feminino) (SEEDO, 2000), não fumantes, não gestantes ou/lactantes (no caso de mulheres), e que apresentem glicemia de jejum variando de 70 a 99 mg/dL. Os participantes não apresentaram diabetes tipo 1 ou 2; história familiar de primeiro grau de diabetes mellitus; doenças recentes digestivas, hepáticas, renais, cardiovasculares, tireoidianas ou inflamatórias; ingestão de álcool maior que 2 doses (> 20 ml) por dia; instabilidade de peso (\pm 3 kg nos últimos 3 meses); não estavam em dieta para controle de peso; utilizando medicamentos que afetam o metabolismo e não apresentavam alergia ou aversão aos alimentos testados. Os dados de inclusão dos participantes foram preenchidos presencialmente através de um formulário (Apêndice A).

Os participantes foram orientados a manter o nível de atividade física constante durante todo o estudo e a não consumirem álcool no dia anterior à realização dos testes.

4.4.3 Desenho experimental

Na noite anterior aos testes, os voluntários receberam uma refeição padrão que era composta por lasanha (\pm 300g) congelada com recheio de frango ou de carne, preparados no Laboratório de Técnica Dietética e suco de uva ou laranja industrializado (200 mL).

Após 12 horas de jejum, os participantes se apresentaram no Laboratório de Nutrição Experimental do DFN/CCENS/UFES, em Alegre/ES e ingeriram um dos alimentos testados contendo 25 g de carboidrato disponível [carboidrato total (g) - teor de fibra (g) – teor de amido resistente (g)], acompanhado com 250 mL de água, caso o participante desejasse.

O alimento de referência foi utilizado a glicose anidra (25 g), diluída em 250 mL de água. Os feijões testados caupi cozido BRS Xique-xique, BRS Tumucumaque, BRS Aracê e BRS Pajeú foram ingeridos uma vez (cada) e a glicose anidra em três dias, totalizando sete sessões experimentais por cada indivíduo, em dias não

consecutivos (Figura 4).

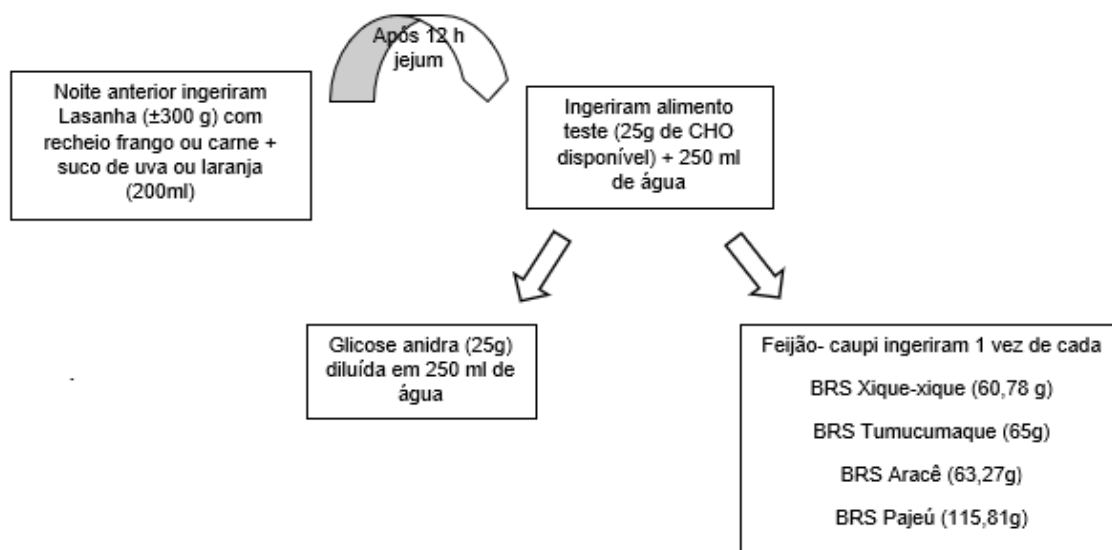


Figura 4: Desenho experimental do estudo Índice Glicêmico.

No dia da análise de cada um dos feijões, a quantidade ofertada a cada participante era pesada previamente e cozida em água (proporção 1:2) com sal (1%). A quantidade do feijão variou conforme o cultivar analisado – BRS Tumucumaque, BRS Xique-xique, BRS Aracê e BRS Pajeú foi ofertado a quantidade de 65g; 60,78g; 63,27g e 115,81g respectivamente, sendo que essa quantidade ofertada correspondia a 25g de carboidrato disponível em cada alimento teste.

4.4.4 Determinação do índice glicêmico e da Carga glicêmica

O índice glicêmico (IG) dos quatro tipos de feijões foi determinado em onze voluntários. A resposta glicêmica foi avaliada por glicemia capilar. O tempo de permanência no laboratório para a realização da coleta de sangue foi de 120 minutos. A coleta foi realizada em dedos diferentes e com assepsia do local antes da coleta sanguínea.

A determinação do IG foi feita conforme metodologia descrita por Brouns et al (2005). Os alimentos testados e a glicose anidra foram ingeridos dentro de 15 minutos. A resposta glicêmica foi determinada por punção capilar nos tempos 0 (imediatamente antes da ingestão do alimento, em jejum), 15, 30, 45, 60, 90 e 120 min após início da ingestão dos mesmos (FAO, 1998). Foi utilizado o glicosímetro Accu Chek Active® e

seus resultados foram expressos em mg/dL. Os pesquisadores preencheram uma ficha de avaliação individual de monitoramento glicêmico.

A área incremental positiva formada abaixo da curva de resposta glicêmica (iAUC) obtida foi calculada pelo método trapezoidal, conforme protocolo da FAO (1998), utilizando o programa GraphPadPrism 9.0 *Software*, Inc., EUA.

Para cada voluntário, foi calculado o índice glicêmico (IG) dos alimentos testes, seguida pela média dos valores totais, utilizando a seguinte equação:

$$IG = \frac{iAUC \text{ alimento teste}}{iAUC \text{ alimento referência}} \times 100$$

Sendo que:

iAUC = área incremental formada abaixo da curva glicêmica obtida após a ingestão dos alimentos testes ou a glicose anidra (valor médio obtidos nas três sessões).

A determinação da carga glicêmica foi calculada utilizando os resultados individuais obtido do IG do feijão multiplicando pelo valor do carboidrato encontrado na porção de 90 g do feijão cozido e dividindo por 100.

As sensações subjetivas do apetite foram avaliadas utilizando a aplicação de escalas visuais analógicas (*Visual Analogue Scale – VAS*) de 10 cm (FLINT et al, 2000). Os participantes foram instruídos sobre como preencher o VAS pelos assistentes de pesquisa treinados e foram solicitados logo após o consumo da refeição de teste, e subsequentemente aos 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 120 min após os alimentos testes. Foram avaliados também os parâmetros relativos a palatabilidade dos feijões, através dos atributos apelo visual, cheiro, gosto, sabor residual e palatabilidade, avaliados pelos participantes no momento de consumo dos alimentos teste. As escalas foram pontuadas medindo a distância (em cm) a partir do ponto 0 com a régua. Pontuações baixas de apetite estão associadas a uma maior supressão do apetite.

Para melhor controle e prevenção da Covid-19, de acordo com a PORTARIA Nº 013-R, DE 23 DE JANEIRO DE 2021, os participantes utilizaram máscara, mantiveram o distanciamento de 1 metro, evitando aglomeração no local, atendendo para higienização das mãos e objetos. No local foi disponibilizado álcool 70% para que fosse ser feito a desinfecção quando necessário.

4.5 Análise estatística

Para a análise estatística foi criado um banco de dados no Programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) e o GraphPad, versão 9,0. Os dados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) com teste de comparação múltipla de Tukey, sendo considerado significativo valores menores que 5% ($p < 0,05$). Os dados foram apresentando em média e desvio padrão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição centesimal

A Tabela 1 apresenta os resultados da composição centesimal e dos compostos bioativos obtidos das quatro cultivares de feijão caupi cozidos. Em relação aos resultados de umidade, o cultivar BRS Pajeú apresentou o menor teor (1,14%). Entre BRS Xique-xique, BRS Aracê e BRS Tumucumaque não houve diferença significativas entre eles.

Tabela 1: Composição centesimal e compostos bioativos dos quatro cultivares de Feijão caupi cozidos liofilizados.

Composição	Pajeú	Xique-Xique	Aracê	Tumucumaque
Umidade (%)	1,14 ± 0,10 ^b	1,79 ± 0,23 ^a	1,89 ± 0,21 ^a	1,57 ± 0,29 ^{ab}
Cinzas (%)	4,00 ± 0,06 ^a	3,89 ± 0,03 ^b	3,80 ± 0,03 ^{bc}	3,74 ± 0,02 ^c
Lipídeos (%)	3,93 ± 0,03 ^b	4,17 ± 0,35 ^{ab}	4,83 ± 0,31 ^{ab}	4,31 ± 0,25 ^a
Proteínas (%)	24,16 ± 0,74 ^{ab}	23,29 ± 0,14 ^b	25,43 ± 0,60 ^a	23,67 ± 0,10 ^b
Fibras totais (%)	36,07 ± 1,08	25,12 ± 2,16 ^a	25,06 ± 3,39 ^a	22,70 ± 1,29 ^a
Fibras Solúveis (%)	5,85 ± 0,00	1,80 ± 1,09 ^a	1,65 ± 0,16 ^a	2,18 ± 0,34 ^a
Fibras Insolúveis (%)	30,22 ± 1,08 ^a	23,32 ± 1,06 ^{ab}	23,40 ± 3,23 ^{ab}	20,52 ± 0,96 ^b
Carboidratos (%)	34,06 ± 4,83 ^a	41,85 ± 0,08 ^a	41,43 ± 7,23 ^a	43,97 ± 0,48 ^a
AR (g/100g)	7,43 ± 0,11 ^a	5,06 ± 0,49 ^b	4,74 ± 1,17 ^b	3,42 ± 0,24 ^b
Taninos (mgEC/g)	3,83 ± 0,27	n.d	n.d	n.d
Fitato (g/100g)	0,97 ± 0,02 ^a	0,97 ± 0,02 ^a	0,66 ± 0,02 ^a	0,89 ± 0,01 ^a
Fenólicos (mgGAE/g)	112,83 ± 0 ^a	32,00 ± 2,36 ^b	25,33 ± 1,18 ^c	23,25 ± 1,77 ^c
DPPH (%)	76,98 ± 0,75 ^a	21,17 ± 0,64 ^{bc}	22,10 ± 1,36 ^b	19,78 ± 0,86 ^c

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. n.d = não detectado

De acordo com os resultados obtidos de cinzas, o cultivar BRS Pajeú apresentou o maior valor (4,00%) e o cultivar BRS Tumucumaque apresentou o menor valor (3,74%). O BRS Xique-xique e Aracê foram semelhantes.

O conteúdo de lipídico mostrou variação de 3,93 % (BRS Pajeú) a 4,83% (BRS Aracê). Os resultados dos cultivares BRS Xique-xique e BRS Tumucumaque foram semelhantes.

O BRS Aracê obteve o maior valor de proteína (25,43%) enquanto o BRS Xique-xique, Tumucumaque e Pajeú não houve diferenças significativa entre eles. De

acordo com o tipo de espécie, o percentual de proteína poderá variar entre 20 a 30% nas leguminosas. O processo térmico necessário para que possa ser ingerido o alimento, ocorre desnaturação proteica e dos fatores antinutricionais, diminuindo assim os efeitos indesejáveis (HUBER, 2011).

O valor obtido para fibra totais e as fibras solúveis não apresentaram diferenças significativa entre os cultivares BRS Xique-xique, BRS Aracê e BRS Tumucumaque. Enquanto para a fibra insolúvel o BRS Pajeú obteve o maior valor (30,22%) e o BRS Tumucumaque obteve o menor valor (20,52%) apresentando diferença significativa ($p < 0,05$). Entre os cultivares BRS Xique-xique, BRS Aracê e BRS Tumucumaque não houve diferença significativa entre eles. De acordo com o resultado obtido, os carboidratos não apresentaram diferença significativa entre os cultivares.

Dentre os cultivares, o BRS Pajeú apresentou o maior valor de amido resistente (7,43g/100g). Os cultivares BRS Xique-xique, Aracê e Tumucumaque não apresentaram diferença entre eles. O valor de tanino somente foi detectado no cultivar BRS Pajeú. Segundo Benevides et al (2011), o tanino encontrado em leguminosas realça a cor do alimento devido as reações enzimáticas de escurecimento levando a uma diminuição da sua palatabilidade ocasionada pela adstringência diminuindo assim a sua aceitabilidade.

O fitato obteve valor semelhante entre o BRS Pajeú ($0,97 \pm 0,02\text{g}/100\text{g}$) e BRS Xique-xique ($0,97 \pm 0,02\text{g}/100\text{g}$), apresentando valores maiores do que os cultivares BRS Tumucumaque ($0,89 \pm 0,01\text{g}/100\text{g}$) e o BRS Aracê ($0,66 \pm 0,02\text{g}/100\text{g}$). Entretanto não apresentou diferença significativa entre eles ($p < 0,05$).

No teor de compostos fenólicos totais não houve diferença significativa entre o cultivar BRS Aracê ($25,33 \pm 0,1,18\text{mgGAE}/\text{g}$) e BRS Tumucumaque ($23,25 \pm 1,77\text{mgGAE}/\text{g}$). Esse composto é um derivado do ácido fítico, formando um complexo solúvel com o cálcio e magnésio tornando resistentes às enzimas no trato intestinal, diminuindo assim a disponibilidade desses minerais no organismo (BENEVIDES et al, 2011).

A atividade que os compostos fenólicos desempenham são antioxidantes, anticarcinogênicas dentre outras, sendo importantes para ajudar nos mecanismos oxidativos, inibindo o surgimento de doenças degenerativas (HUBER, 2011)

O cultivar BRS Pajeú apresentou o maior valor de atividade antioxidante, avaliado pelo DPPH, em relação aos outros cultivares, resultado este que vem de encontro com os maiores níveis de fenólicos totais, fitatos e taninos observados nesse

cultivar. Entre o BRS Xique-xique e Aracê não houve diferença significativa. E o cultivar BRS Tumucumaque obteve o menor valor ($19,78 \pm 0,86\%$).

A Tabela 2 apresenta os resultados das médias na composição dos minerais obtidos dos quatro cultivares cozidos de feijão caupi.

A quantidade de Ferro encontrada no BRS Tumucumaque obteve o menor valor ($44,66 \pm 1,66$ mg/kg) apresentando valor similar entre o BRS Aracê ($p < 0,05$). E entre os feijões BRS Xique-xique, BRS Aracê e BRS Pajeú, o teor de ferro foram semelhantes. A razão molar de fitato:ferro obtida pelos cultivares BRS Pajeú, BRS Xique-xique, BRS Aracê e BRS Tumucumaque foi de 1,47; 1,62; 1,19 e 1,69 respectivamente, segundo a literatura, valores encontrados da razão molar fitato:ferro acima de 14, podem comprometer a biodisponibilidade de ferro. Estudos realizados por Sant'Ana et al (2019), obteve a razão molar fitato:ferro de 3,41 no grão biofortificado e 3,58 no feijão convencional.

Em relação ao teor de fósforo (P) os cultivares BRS Xique-xique e BRS Tumucumaque não apresentaram diferenças significativas entre eles. O BRS Pajeú apresentou o maior valor em comparação com os outros cultivares. O valor para o potássio (K) foram semelhantes entre os cultivares.

O valor de cálcio, entre os cultivares, o BRS Tumucumaque apresentou o menor valor ($433,33 \pm 30,55$ mg/kg), apresentando diferença significativa entre eles. O BRS Xique-xique, BRS Tumucumaque e BRS Pajeú não apresentaram diferença significativa entre eles no valor para Magnésio (Mg). O BRS Aracê apresentou o maior teor de Cobre (Cu).

Tabela 2: Composição dos minerais dos quatro cultivares do Feijão caupi cozidos

Composição	Pajeú	Xique-Xique	Aracê	Tumucumaque
P (mg/kg)	$4913,33 \pm 101,16^a$	$4293,33 \pm 147,42^{ab}$	$4196,67 \pm 416,45^b$	$4276,67 \pm 192,96^{ab}$
K (mg/Kg)	$13703,33 \pm 361,16^a$	$12953,33 \pm 412,23^a$	$11820 \pm 1141,62^a$	$11853,33 \pm 725,90^a$
Ca (mg/kg)	610 ± 20^a	560 ± 20^{ab}	$516,67 \pm 41,63^b$	$433,33 \pm 30,55^c$
Mg (mg/kg)	$1946,67 \pm 30,55^a$	1930 ± 20^{ab}	$1693,33 \pm 159,48^b$	$1903,33 \pm 80,21^{ab}$
Cu(mg/kg)	$6,05 \pm 0,75^{ab}$	$6,22 \pm 0,60^{ab}$	$17,92 \pm 10^a$	$3,59 \pm 0,15^b$
Fe (mg/kg)	$50,68 \pm 0,46^a$	$50,82 \pm 1,95^a$	$46,72 \pm 3,30^{ab}$	$44,66 \pm 1,66^b$
Zn(mg/kg)	$35,74 \pm 0,60^{ab}$	$38,41 \pm 0,97^a$	$34,07 \pm 3,10^{ab}$	$32,48 \pm 1,57^b$
Mn (mg/kg)	$13,52 \pm 0,31^b$	$13,74 \pm 0,44^b$	$15,49 \pm 0,39^a$	$12,49 \pm 0,41^c$

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. Fosforo (P); Potássio(K); Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Cobre (Cu); Ferro (Fe); Zinco (Zn); Manganês (Mn)

5.2 Índice Glicêmico e a carga glicêmica

O perfil dos participantes do estudo apresentou os seguintes dados conforme demonstrando na Tabela 3.

Tabela 3: Perfil de inclusão dos participantes

Nº total de participantes	11
Sexo	Feminino (6) / Masculino (5)
Idade (anos)	29 ± 5,6
Peso (kg)	64,26 ± 11,89
Altura (m)	1,68 ± 0,10
Índice massa corporal (kg/m ²)	22,54 ± 2,23
Percentual de gordura (%GC)	23,58 ± 7,18
Perímetro Cintura	73,64 ± 6,75
Glicose inicial (mg/dL)	84 ± 5,53

Os participantes enquadraram-se nos dados de inclusão, sendo que 63,6% não usavam suplementos/medicamentos enquanto 36,4% faziam uso de algum suplemento/medicamento; os voluntários eram não fumantes, não gestantes ou/lactantes (no caso de mulheres), apresentaram glicemia de jejum variando de 70 a 99 mg/dL. Os participantes não apresentaram diabetes tipo 1 ou 2; história familiar de primeiro grau de diabetes mellitus; doenças recentes digestivas, hepáticas, renais, cardiovasculares, tireoidianas ou inflamatórias; ingestão de álcool maior que 2 doses (> 20 mL) por dia; instabilidade de peso (\pm 3 kg nos últimos 3 meses). Quanto a atividade física, 27,3% não praticavam e 72,7% praticavam entre 3-7 dias por semana. Além disso, não estavam em dieta para controle de peso; utilizando medicamentos que poderia afetar o metabolismo e não apresentavam alergia ou aversão aos alimentos testados. Quanto o consumo de feijão entre os participantes, 9% consumiam 2 vezes por semana, 18% consumiam 5 vezes por semana e 73% consumiam 7 vezes por semana.

A Tabela 4 mostra os níveis da glicemia dos voluntários após a ingestão da glicose anidra (alimento referência) e dos feijões caupi. No tempo 0 os dados da glicemia capilar variaram entre 84,34 a 90,30mg/dL não apresentaram diferença significativa, nesse período, no qual os participantes encontravam-se em jejum 12 horas. Após a ingestão da glicose anidra ou dos feijões caupi, no tempo de 15 minutos, os dados variaram entre 89,10 a 123,76mg/dL, sendo que entre os feijões BRS Xique-xique, BRS Pajeú, BRS Aracê e BRS Tumucumaque não apresentando diferença significativa, a glicemia capilar encontrava-se dentro dos parâmetros da normalidade.

A glicose anidra no tempo 15 apresentou o valor maior de glicemia (123,76mg/dL), por ser um monossacarídeo, carboidrato simples de fácil absorção pelo organismo (BROUNS et al, 2005), diferindo significativamente dos feijões.

Tabela 4: Glicemia (mg/dL) dos voluntários em jejum (tempo 0) e após a ingestão dos feijões caupi e do produto de referência (glicose)

Amostras	Tempo							
	0	15	30	45	60	75	90	120
Glicose	87,06 ^a	123,76 ^a	137,61 ^a	119,55 ^a	96,10 ^{ab}	81,52 ^b	76,67 ^b	75,70 ^b
Pajeú	84,34 ^a	90,64 ^b	112,10 ^b	110,10 ^{ab}	101,73 ^{ab}	95,55 ^a	92,18 ^a	85,73 ^a
Xique-xique	90,30 ^a	91,36 ^b	110,45 ^b	115,91 ^{ab}	105,55 ^a	93,82 ^{ab}	83,82 ^{ab}	82,36 ^{ab}
Aracê	88,81 ^a	89,10 ^b	100,36 ^b	104,12 ^b	89,00 ^b	87,91 ^{ab}	85,36 ^{ab}	81,27 ^{ab}
Tumucumaque	89,23 ^a	91,73 ^b	108,55 ^b	106,27 ^{ab}	93,91 ^{ab}	81,91 ^b	78,82 ^b	80,18 ^{ab}

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

No período de 30 minutos, após a ingestão do feijão caupi e/ou glicose anidra, os dados obtidos variaram entre 100,36 a 137,61mg/dL. Entre os cultivares os valores variaram entre 100,36 a 112,10mg/dL não apresentando diferença significativa entre eles, mas em relação a glicose manteve a diferença significativa.

Conforme a Figura 5 mostra, aos 30 minutos ocorre o pico máximo de glicemia para a glicose, o que foi adiado para o tempo de 45 minutos nos feijões. Houve também um aumento da curva com os cultivares BRS Pajeú, BRS Xique-xique, BRS Aracê e BRS Tumucumaque, mas esse aumento foi menor em comparação com o alimento referência.

Após a ingestão de alimento é esperado que ocorra um aumento na glicemia, como ocorre no tempo 15 a 30 minutos (quando os voluntários ingeriram a glicose anidra e/ou feijão), e o maior aumento na curva é observado com o alimento de

referência, o qual inicia a redução aos 45 minutos retornando assim ao nível da glicemia de jejum ao final do teste. A velocidade que poderá subir é proporcional com a quantidade e qualidade do alimento ingerido (ZAMBRANO et al, 2013)

No tempo 45 minutos após a ingestão do alimento, o feijão BRS Aracê apresentou diferença significativa em relação a glicose, apresentando um valor de 104,12 mg/dL. Enquanto que o feijão BRS Pajeú, BRS Xique-xique e BRS Tumucumaque não apresentaram diferença significativa entre eles (Tabela 4). Ao longo do período do tempo 45 a 60 minutos, o BRS Aracê demonstrou redução significativa no valor da glicemia comparando com os outros cultivares. No tempo 75, 90 e 120 minutos, o BRS Aracê manteve-se a curva do índice glicêmico reduzindo valores.

Esse estudo mostrou que a iAUC de glicose no sangue foi reduzindo significativamente no tempo de 45 a 60 minutos após a ingestão dos feijões em comparação com o alimento de referência (glicose anidra). Na composição nutricional das leguminosas encontra-se uma quantidade significativa de amido resistente, o qual representa a soma de amido que não são digeridos e nem absorvidos pelo organismo, podendo contribuir na redução dos níveis de glicose sanguínea (ZAMBRANO et al, 2013)

No tempo 60 minutos o feijão BRS Aracê permaneceu apresentando diferença significativa relacionado aos dados obtidos da glicose, mantendo um valor menor em relação a glicose. Após o período de 75 minutos houve alteração nos dados o qual o BRS Xique-xique e BRS Aracê não apresentaram diferença significativa entre eles. O BRS Tumucumaque apresentou uma menor concentração na glicemia 81,91mg/dL não se diferindo significativamente da glicose (Tabela 4).

No tempo de 90 minutos o valor apresentado pelo cultivar BRS Tumucumaque permaneceu menor, o valor obtido foi de 78,82mg/dL. No tempo 120 minutos após a ingestão do alimento os dados obtidos do BRS Xique-xique, BRS Pajeú, BRS Aracê e BRS Tumucumaque variaram entre 80,18 a 85,73mg/dL, sendo que o dado menor foi apresentado pelo BRS Tumucumaque o valor de 80,18mg/dL. A quantidade de fibra dietética encontrada no alimento poderá contribuir na redução dos níveis da glicemia sanguínea. Os feijões apresentaram teor de fibra significativo podendo contribuir na diminuição da absorção de glicose (ZAMBRONE et al, 2013).

A Figura 5 referem-se aos dados dos participantes do estudo calculada a média do IG dos alimentos testes que foram expressos através da área abaixo da curva de

resposta glicêmica, é a relação entre os feijões e a glicose, conforme a equação apresentada na metodologia.

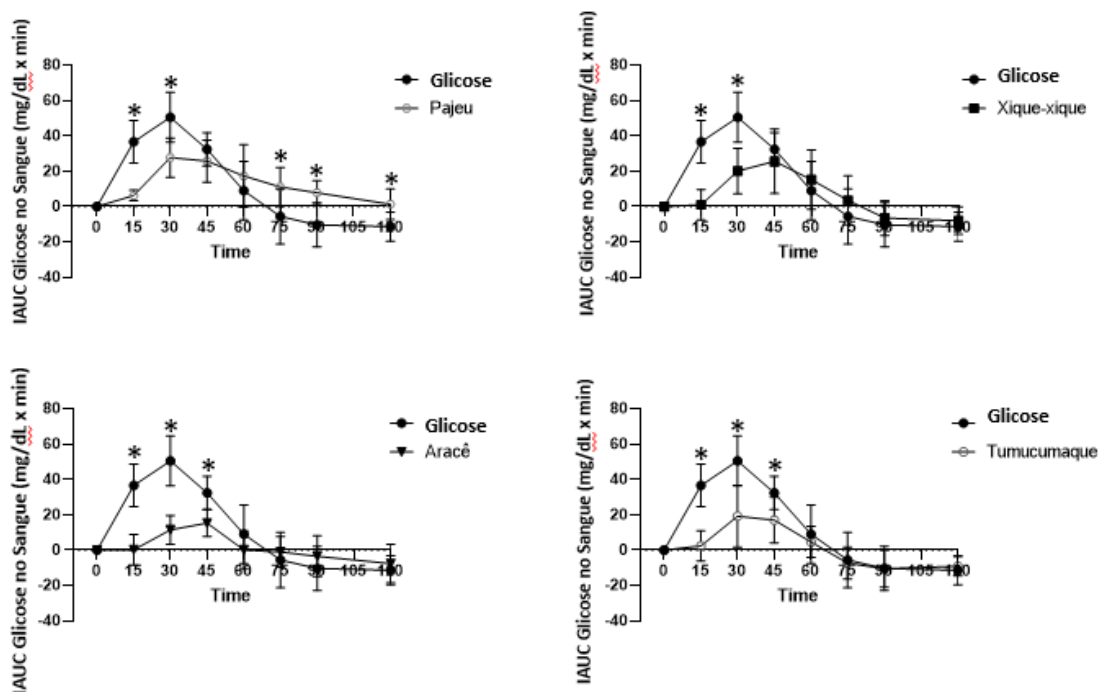


Figura 5: Curva Glicêmica dos feijões-caupi convencional e biofortificado ao longo de 120 minutos.

A Tabela 5 refere-se aos resultados obtidos do índice glicêmico e carga glicêmica dos feijões caupi em uma porção de 90 g. O BRS Pajeú ($64,22 \pm 0,87$) e o BRS Xique-xique ($51,33 \pm 1,00$) foram considerados alimentos de índice glicêmico moderado, enquanto BRS Aracê e BRS Tumucumaque apresentaram os valores de $25,89 \pm 0,83$ e $46,05 \pm 0,88$ respectivamente, sendo considerados alimentos com baixo índice glicêmico por apresentarem valores abaixo de 50. Alimentos que possuem IG e CG alta, poderá contribuir no aumento da glicemia se comparados com alimentos que possuem baixo IG e CG (SCHOLZ et al, 2019). O consumo regular de alimentos que possuem em sua composição fibras alimentares, especialmente as fibras solúveis, e amido resistente, contribuem no controle de absorção do açúcar no sangue, beneficiando assim a saúde do indivíduo (ZAMBRONE et al, 2013; AHN et al, 2022).

Em relação a carga glicêmica todos os cultivares apresentaram valores abaixo de 10 considerando assim que são alimentos com baixo índice glicêmico.

Tabela 5: Índice Glicêmico e carga glicêmica em uma porção de 90g dos feijões caupi

	Pajeú	Xique-xique	Aracê	Tumucumaque
CHO disponível	7,94	16,10	18,15	15,90
IG (%)	64,22 ± 0,87	51,33 ± 1,00	25,89 ± 0,83	46,05 ± 0,88
CG (g)	5,10	8,26	4,70	7,32

5.3 Análise sensorial e escala VAS

A Tabela 6 refere-se aos resultados das medias dos resultados obtidos dos parâmetros relativos à análise sensorial e palatabilidade avaliados pelos atributos apelos visual, cheiro, sabor residual e palatabilidade

Verifica-se que, de acordo com os resultados obtidos, os atributos sabor, sabor residual e palatabilidade foram similares entre todos os feijões ($p > 0,05$).

Quanto aos atributos de gosto e textura, o BRS Pajeú obteve a maior nota enquanto o BRS Xique-xique obteve o menor valor. O feijão BRS Aracê e o BRS Tumucumaque foram semelhantes a todos.

Tabela 6: Médias dos resultados da análise sensorial

Amostras	Sabor	Gosto	Textura	Sabor residual	Palatabilidade
Xique-xique	2,51 ± 3,48 ^a	2,80 ± 2,47 ^b	1,48 ± 0,68 ^b	7,09 ± 2,61 ^a	2,02 ± 1,63 ^a
Pajeú	2,81 ± 2,69 ^a	4,01 ± 2,67 ^a	3,86 ± 1,87 ^a	6,81 2,00 ^a	4,17 ± 1,79 ^a
Aracê	3,93 ± 3,05 ^a	3,03 ± 2,02 ^{ab}	2,48 ± 2,04 ^{ab}	6,77 ± 1,97 ^a	3,62 ± 2,08 ^a
Tumucumaque	3,30 ± 3,22 ^a	2,77 ± 1,97 ^{ab}	2,24 ± 1,58 ^{ab}	6,67 ± 2,17 ^a	3,19 ± 1,83 ^a

A Figura 6 refere-se aos resultados das medias obtidos através da Escala visual analógicas (VAS) antes de os voluntários consumirem a refeição teste (tempo 0), e subsequentemente aos 15, 30, 45, 60,75, 90 e 120 min, após o consumo da glicose anidra e feijões. Essa escala é utilizada para verificar a saciedade do indivíduo. Foram

solicitados aos participantes que avaliassem os níveis de fome (“Quanto de fome sentia no momento?”), sensação de saciedade, plenitude (“Quão cheio está no momento?”), desejo de comer (“Desejo de comer neste momento?”), utilizando escalas individuais para cada atributo. A marcação foi realizada em uma linha de 100mm ancorada em 0 (“Eu não estou com fome”; “Eu não tenho vontade de comer nada”) e 100 (“Muita vontade de comer”).

Conforme a figura mostra, quando o indivíduo ingeriu a glicose, ele apresentou saciedade muito menor em relação quando o indivíduo ingeriu o feijão, apesar de estar fornecendo a mesma quantidade de carboidrato (25g), a saciedade do feijão é muito maior.

Verifica-se que no quesito fome, a glicose anidra e o BRS Aracê, os valores foram iguais, não houve diferença significativa, mas obteve-se uma diferença significativa do BRS Xique-xique, BRS Tumucumaque e BRS Pajeú. Entre o BRS Xique-xique e BRS Tumucumaque os valores foram iguais, não apresentando diferença significativa. Mas o BRS Pajeú por apresentar uma quantidade maior de fibra alimentar (36,07%) em sua composição dentre os cultivares, obteve o menor valor nesse atributo, apresentando uma diferença significativa,

Na saciedade o BRS Pajeú obteve maior nota enquanto o BRS Xique-xique, BRS Aracê e BRS Tumucumaque foram iguais nesse atributo. A glicose apresentou a menor nota, mas por ser um monossacarídeo, carboidrato simples de fácil absorção o organismo eleva a liberação na insulina, facilitando assim a sua metabolização. (ZAMBRANO et al, 2013)

No quesito plenitude, a glicose apresenta o menor valor, reforçando ainda mais que por ser um carboidrato simples, sua absorção torna-se mais rápida ocorrendo uma menor plenitude. O BRS Pajeú apresentou a maior nota, obtendo uma diferença significativa entre os outros cultivares. O BRS Xique-xique e BRS Tumucumaque foram iguais nesse atributo e o BRS Aracê obteve a menor nota, e obtendo uma diferença significativa entre o BRS Pajeú e BRS Xique-xique, mas comparando com o BRS Tumucumaque apresentou valores iguais.

No quesito vontade de comer a glicose apresentou a maior nota. O BRS Xique-xique, BRS Aracê e BRS Tumucumaque foram iguais, não teve diferença significativa e o BRS Pajeú obteve a menor nota.

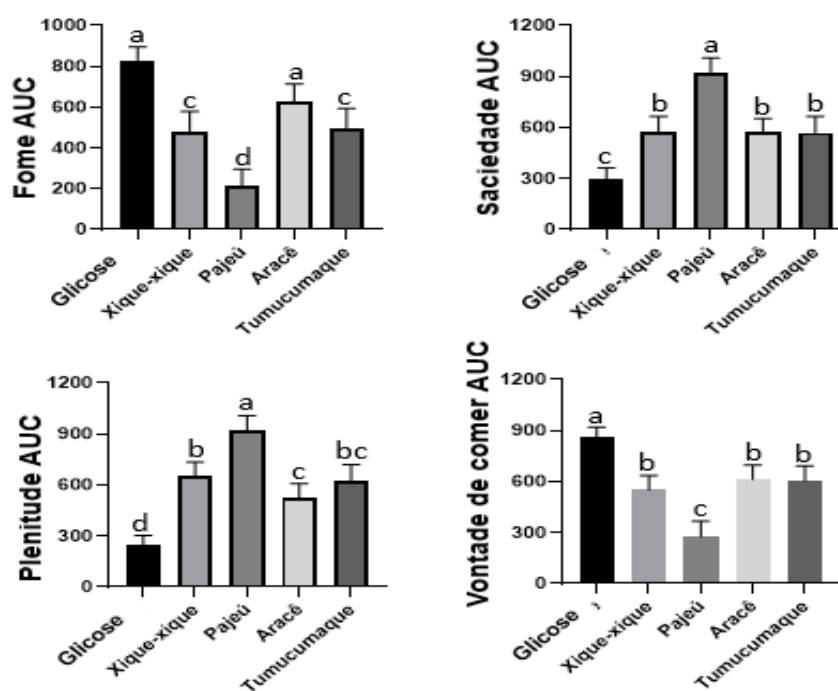


Figura 6: Escala Visual de Saciedade

6 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que os cultivares BRS Xique-xique, BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Pajeú reduziram a glicemia capilar. Estes feijões apresentaram em sua composição, teores elevados de fibras, com uma predominância de fibra insolúvel além de outros compostos bioativos, como – fitatos, principalmente no BRS Pajeú e BRS Xique-xique, e amido resistente e atividade antioxidante.

Quanto ao índice glicêmico, os feijões apresentaram uma área incremental sob a curva glicêmica (iAUC) menor comparando com a glicose. E quando comparamos entre os eles, o BRS Aracê apresentou um menor índice glicêmico seguido do BRS Tumucumaque, BRS Xique-xique e do feijão convencional BRS Pajeú.

São alimentos que apresentaram elevada saciedade que pode ser associada a composição nutricional fibras alimentares (solúveis e insolúveis). Estas, além de retardarem a absorção da glicose, contribuindo assim no controle glicêmico, também elevam a saciedade.

Este estudo demonstra que os feijões caupi alvos para biofortificação apresentaram um baixo índice glicêmico e carga glicêmica, podendo ser uma alternativa de baixo custo contribuindo para uma melhor qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, Hyejin; LEE, Miran; SHIN, Hyeri; CHUNG, Heajung-angie; PARK, Yoo-Kyoung. Postprandial Glucose Response after Consuming Low-Carbohydrate, Low-Calorie Rice Cooked in a Carbohydrate-Reducing Rice Cooker. **Foods**, v. 11, n. 7, p. 1050, 2022.

ANTUNES, Paula T.; VAZ-TOSTES, Maria G.; SANT'ANA, Renata A. F.; TOLEDO, Renata C.L.; COSTA, Neuza M.B. Bioavailability of Iron and the Influence of Vitamina a in Biofortified Foods. **Agronomy**, 9, 777, 2019.

ARIVIANI, Setyaningrum; MUDALIFAH, Isai; ISHARTANI, Dwi; FAUZA, Gusti. Investigation on Antioxidant Activity, Protein, and Whiteness Degree of Elicited Cowpea Sprouts Flour Prepared with Various Drying Technique. **AIP Conference Proceedings**. 2020.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis Association of Analytical Chemists**. 19. ed. Washington. 2012.

BAHADORAN, Zahra; MIRMIRAN, Parvin. Potential properties of legumes as important functional foods for management of type 2 diabetes: A short review. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**. v. 4, n. 6, 2015.

BELAY, Fantaye; GEBRESLASIE, Atsbha; MERESA, Hintsu. Agronomic performance evaluation of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] varieties in Abergelle District, Northern Ethiopia. **J. Plant Breed. Crop Sci.** Vol. 9(8), p.139-143. august, 2017.

BENCHIMOL, Ruth L.; FREIRE FILHO, Francisco R.; JUNIOR, Rui A.G; RODRIGUES, João E.L.F.; SILVA, Carina M.; CARDOSO, Renata S.; ROSÁRIO, Raquel G. A. Doenças fúngicas do feijão-caupi no estado do Pará. **Circular técnica 51. Embrapa**. Belém, PA. dez. 2021.

BENEVIDES, Clícia M. J.; SOUZA, Mariana V.; SOUZA, Raquel D.B.; LOPES, Mariângela V. Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**. Campinas, 18(2): 67-79, 2011.

BEZERRA, Julia M.; VIEIRA, Maria M.S.; SANTOS, Adriana F.; FARIA, Emanuel T.R.; LOPES, Maíra F.; SOUZA, Anielson, S. Composição química de oito cultivares de feijão-caupi. **Revista Verde**. Pomba, Paraíba. V.14, n.1, jan-mar, p.41-47, 2019.

BIOFORT – Rede responsável pelo programa de biofortificação de alimentos no Brasil. Disponível em: <https://biofort.com.br/rede-biofort/>. Acesso em: mai.2022.

BLASA, Manuela; CANDIRACCI, Manila; ACCORSI, Augusto; PIACENTINI, Maria, P.; ALBERTINI, Maria, C.; PIATTI, Elena. Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. **Food Chemistry**, Barking, v. 97, n. 2, p. 217-222, 2006.

BOUIS, Howarth E.; HOTZ, Christine; MCCLAFFERTY, Bonnie; MEENAKSHI J. V.; PFEIFFE and Wolfgang H. Biofortification: A new tool to reduce micronutrient malnutrition. **Food and Nutrition Bulletin**, vol. 32, no. 1 (supplement) © 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022 / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 160 p. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_acoes_enfrent_dcnt_2011.pdf.

Acesso em: set. 2020.

BROUNS, F.; BJORCK, I.; FRAYN, K.N.; LANG, V.; SLAMA, G.; WOLEVER, T.M.S. Glycaemic index methodology. **Nutrition Research Reviews**. 18. 145-171. 2005.

BURNS, R. E. Method for Estimation of Tannin in Grain Sorghum 1. **Agronomy Journal**, v.63, p.511-512. 1971.

CAVALCANTE, Rodrigo B.M.; ARAÚJO, Marcos A. M.; ROCHA, Maurisrael M.; SILVA, Kaesel J. D.; ARAÚJO, Regilda S. R. M. Efeito do processamento térmico sobre o teor de polifenóis totais no grão de cultivares de feijão-caupi. **Rev. Ciênc. Agron.** Fortaleza, CE. v.48, n.5, p. 806-810, 2017.

CAPRONI, Luana M.E.; CARNEIRO, Lara B.; MADEIRA, Leticia A.; SOARES, Jahde A.; SILVA, Leonardo A.C.; MACHADO, Melissa A.; SILVERIO, Alessandra C.P. Desenvolvimento de Diabetes Mellitus pós covid: causas e efeitos. **RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia**. v.2, n.10, 2021.

CARVALHO, A. F.U.; SOUSA, M. N.; FARIAS, D. F.; ROCHA-BEZERRA, L. C. B.; SILVA, R. M. P.; VIANA, M. P.; GOUVEIA, S. T.; SAMPAIO, S. S.; SOUSA, M. B.; LIMA, G. P. G.; MORAIS, S. M.; BARROS, C. C.; FREIRE FILHO, F. R. Nutritional ranking of 30 Brazilian genotypes of cowpeas including determination of capacity and vitamins. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 26, p. 81-88, 2012.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento safra brasileiro – grãos: Nono levantamento, julho 2022 – safra 2021/2022. Brasília. Companhia Nacional de Abastecimento. 2022.

CORREA, Ivone N.; POLTRONIERI, Fabiana. Ação hipocolesterolêmica das proteínas de leguminosas. **RASBRAN – Revista de Associação Brasileira de Nutrição**. São Paulo, SP, Ano7, n.2, p.79-90, jul-dez, 2016.

CORREA, Sarah R.; BRIGIDE, Priscila; VAZ-TOSTES, Maria G.; COSTA, Neuza M. B. Cultivars of biofortified cowpea and sweet potato: Bioavailability of iron and interaction with vitamin A in vivo and in vitro. **Journal of Food Science** Vol. 85, Iss. 3, 2020.

DO VALE, Flávio R. G.; PASSOS, Tatiana U.; OLIVEIRA, Tichana R.; CAVALCANTE, Ana Carolina M. Determinação do índice glicêmico e da carga glicêmica da pitaya (*hylocereus undatus*): estudo piloto. **Motricidade**, v. 14, n. 1, p. 245-251, 2018.

DIAS, Desirrê M.; GOMES, Mariana J. C.; MOREIRA, Maria E. C.; NATAL, Dorina; SILVA, Roberta R.; NUTTI, Marília; MATTA, Sérgio L.; SANT'ANA, Helena M. P.; MARTINO, Hércia S. D. Staple food crops from Brazilian Biofortification Program have high protein quality and hypoglycemic action in Wistar rats. **Food Sci. Technol**, Campinas, 40(1): 140-149, jan-mar. 2020.

FAO. Carbohydrates in human nutrition. FAO Food and Nutrition Papers. p.66.1998.
FLINT, A.; RABEN, A.; BLUNDELL, J.E.; ASTRUP, A. Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders. Journal of the International Association for the Study of Obesity*. v. 24, n. 1, p. 38–48, 2000.

FREITAS, Thaise K.T.; GOMES, Fernanda O.; ARAÚJO, Maurício S.; SILVA, Izabel C. V.; SILVA, Daisy J. S., SILVA, Kaesel J. D.; ROCHA, Maurisrael M. Potential of cowpea genotypes for nutrient biofortification and cooking quality. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, e20218048, 2022.

GOMES, J. C. e OLIVEIRA, G. F. Fotometria de Chama e Espectrofotometria de Absorção Atômica. In: GOMES, J. C. e OLIVEIRA, G. F. (Ed.). **Análises físico-químicas de alimentos**. Viçosa: Editora UFV. Fotometria de Chama e Espectrofotometria de Absorção Atômica, p.244. 2011

GRANCIERI, Mariana; STAMPINI, Hercia D.M.; MEJIA, Elvira G. Chia (*Salvia hispânica* L.) Seed Total Protein and Protein Fractions Digests Reduce Biomarkers of Inflammation and Atherosclerosis in Macrophages In Vitro. **Molecular Nutrition Food Research**. v. 63. 2019.

HUBER, Karina. **Evidências da interação entre proteínas e taninos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*, L.) e seus efeitos na digestibilidade proteica**. 2011.107p Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Piracicaba, 2011.

ISO 26642:2010, Food products – determination of the glycaemic index (IG) and recommendation for food classification.

KIM, Dae-Ok.; JEONG, Seung. W.; LEE, Chang. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, Barking, v. 81, n. 3, p. 321-326, 2003.

LOVATO, Frederico; KOWALESKI, Jussara; SILVA, Sabine Z.; HELDT, Leila F.S. Composição centesimal e conteúdo mineral de diferentes cultivares de feijão biorfortificado (*Phaseolus vulgaris* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, 2017.

MAXSON, E. D. e ROONEY, L. M. Evaluation of methods for tannin analysis in sorghum grain. **Cereal Chemistry** v.49, p.719-729. 1972.

NETO, Eclésio B. O.; GAMA, Anne O.; CORDEIRO, Geovanna C. G. S.; SANTANA, Rubens C. A IMPORTÂNCIA DA BIOFORTIFICAÇÃO NO COMBATE À CARÊNCIA

DE VITAMINA A: REVISÃO SISTEMÁTICA. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**. V.2. n.4. p.17. 2022. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/3149>. Acesso em: 20/05/2022.

NUTTI, M. R. et al. Biofortificação de feijão-caupi no Brasil. In: **Embrapa Meio-Norte- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém, PA. Da agricultura de subsistência ao agronegócio: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. p. 26-38., 2009.

OLIVEIRA, Adolfo M.C.; NETO, Bernardo M.; ROCHA, Maurisrael M.; SILVA, Marielle R.; OLIVEIRA, Mariely R. Food production based on cowpea (*Vigna unguiculata*): nutritional importance and health benefits. **Research Society and Development**. Vol 10. N 14. out. 2021.

OTTONI, Guilherme; JUNIOR, Manoel X.O.; NETO, Francisco V.B.; AMARAL, Alisson M.; SANTOS, Maria A.C.M..Crescimento e produção de feijão-caupi BRS Tumucumaque cultivada em diferentes densidades populacionais. **Research, Society and Development**, v. 10, n.14. 2021.

PARCA, Filiz; KOCA, Yakup, O.; UNAY, Aydin. Nutritional and Antinutritional Factors of Some Pulses Seed and Their Effects on Human Health. **International Journal of Secondary Metabolite**. Vol. 5, N°. 4, 331-342. 2018.

PEREIRA, Mariana P; TAVANO, Olga L. Use of Different Spices as Potential Natural Antioxidant Additives on Cooked Beans (*Phaseolus vulgaris*). Increase of DPPH Radical Scavenging Activity and Total Phenolic Content. **Plant Foods Hum Nutr**. 69, 337-343. 2014.

PESQUISA de orçamentos familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 120p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101742>. Acesso em: ago. 2022.

PRICE, M. L., VAN SCOYOC, S. e BUTLER, L. G. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.26, p.1214-1218. 1978.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, Lúcia; LEONEL, Alda J.; COSTA, Neuza M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. Campinas, 28(1): 200-213, jan.-mar. 2008.

RIOS, Alessandro O.; ABREU, Celeste M.P.; CORRÊA, Angelita D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v. 23 (Supl), p. 39-45, 2003.

ROCHA, Beatriz R.; MACIEL, Erica A.; OLIVEIRA, Sonia R.M.; TERENCE, Yasmin S.; SILVA, Bárbara A. Influência dos alimentos funcionais na incidência das doenças

crônicas não transmissíveis (DCNT). **Inter. Journ. Phys. Educ**, Rio de Janeiro. V.3. n.1.2021.

SANT'ANA, Cíntia, T.; ANTUNES, Paula, T.; REIS, Tuane, C.; VÁZ-TOSTES, Maria, G.; MEIRA, Eduardo, F.; COSTA, Neuza, M.B. Bioaccessibility and bioavailability of iron in biofortified germinated cowpea. **J.Sci Food Agric**. 99. 6287-6295. August. 2019.

SCHOLZ, Fabiane; SILVA, Flávia M.; CONDE, Simara R. Determinação do índice glicêmico da polpa de açaí. **Ciência & Saúde**, v. 12, n. 2, p. e26036-e26036, 2019.

SILVA, Abraão C.; VASCONCELOS, Pedro L. R.; MELO, Luan D.F. A.; SILVA, Vinicius S. G.; JÚNIOR, João L. M.A.; SANTANA, Mayame B. Diagnóstico da produção de feijão-caupi no Nordeste Brasileiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. v. 16. n. 2. p.1. ago./dez. 2018.

SILVA, Dayse, J.S.; FREITAS, Thaise, K.T.; SABÓIA, Rocilda, C. B.; DAMASCENO, Kaesel, J.; ROCHA, Maurisrael, M.; CARVALHO, Cecília, M.R.G.; FROTA, Karoline, M.G.; MARTINS, Maria, C.C. Consumo de feijões (*Phaseolus*) e seu impacto na resposta glicêmica pós prandial. **Rev. Aten. Saúde**, São Caetano do Sul, v. 17, n. 59, p. 111-121, jan./mar., 2019.

SILVA, Maira O.; BRIGIDE, Priscila; TOLEDO, Nataly, M.V.; BRAZACA-CANNIATTI, Solange G. Phenolic compounds and antioxidant activity of two bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) submitted to cooking. **Braz. J. Food Technol.**, v. 21, e2016072, 2018.

SOCIEDAD ESPAÑOLA PARA EL ESTUDIO DE LA OBESIDAD (SEEDO). Concenso SEEDO'2000 para la evolución del sobrepeso y la obesidade y el establecimient de criterios de intervención terapêutica. **Medicina Clínica**. v.115, p.587-597. 2000.

SOUZA, Mariana P.G.; RAMOS, Lorena T.T.; TEIXEIRA, Maria Y.P.; LEITE, Nathalia B.M.; JUNIOR, Renan M.M.; LOPES, Synara C. Associação da resistência à insulina em pacientes portadores de diabetes mellitus tipo 1 com o estado nutricional, perfil glicêmico e lipídico. **Rev. Aten. Saúde**. São Caetanos do Sul. v.19. n.70. p.7-16. 2021.

SOROMOU, Lanan W.; ZHANG, Zhichao; LI, Rongtao; CHEN, Na; GUO, Weixiao; HUO, Meixia; GUAN, Shuang; LU, Jing; DENG, Xuming. Regulation of Inflammatory Cytokines in Lipopolysaccharide-Stimulated RAW 264.7 Murine Macrophage by 7-O-Methyl-naringenin. **Molecules**, 17, 3574-3585, 2012.


URREA -VICTORIA, Vanessa; PIRES, Janaína; TORRES, Priscila B.; ALVEZ, Déborah Y.; SANTOS, Cursino S.; CHOW, Fungyi. Ensaio antioxidante em microplaca do poder de redução do ferro (FRAP) para extrato de algas. **Instituto de Biociências**. Universidade de São Paulo. P.1-6. setembro. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. World health statistics 2020: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: World Health Organization; 2020. Disponível em: https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2020/en/. Acesso em out. 2020.

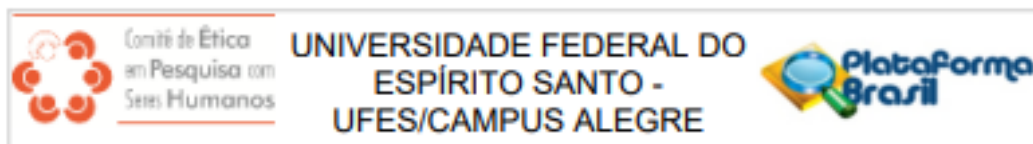
ZAMBRANO, Rosaura; GRANITO, Marisela; VALERO, Yolmar. Respuesta glicémica al consumo de una barra de cereales-leguminosa (*Phaseolus vulgaris*) en individuos sanos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 63, n. 2, p. 134-141, 2013.

ZHANG, Qiaozhi; MEJIA, Elvira G.; VITAL, Diego L.; TAO, Tianyi; CHANDRASEKARAN, Subhiksha; CHATHAM, Laura; JUVIK, John; SINGH, Vijay; KUMAR, Deepak. Relationship of phenolic composition of selected purple maize (*Zea mays* L) genotypes with their anti-inflammatory, anti-adipogenic and anti-diabetic potential. **Food Chemistry**. 289. 739-750. 2019.

APÊNDICE A – Formulário de Voluntário

 Universidade Federal do Espírito Santo	Formulário de Voluntário
Título do projeto: Efeito funcional no processo anti-inflamatório e no índice glicêmico do Feijão Caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp)	
Nome Completo _____ Sexo: F () M ()	
Profissão _____ Escolaridade _____	
Endereço _____ nº _____	
Bairro _____ Cidade _____ Complemento _____	
Celular () _____ - _____ Telefone Residencial () _____ - _____	
E-mail _____	
Peso _____ kg Altura _____ m IMC _____ kg/m ²	
%GC _____ % Perímetro da cintura _____ cm	
Uso de medicamento/Suplemento: Sim () Não () Qual _____	
Pratica atividade física: Sim () Não () Horário _____	
Possui alguma doença crônica: Sim () Não () Qual _____	
Gestante: Sim () Não () Lactante: Sim () Não ()	
Diabético: Sim () Não () Intolerante a glicose: Sim () Não ()	
Fumante: Sim () Não () Etilista: Sim () Não ()	
Possui alguma alergia alimentar: Sim () Não () Qual _____	
Alérgico ao feijão: Sim () Não ()	
Consome feijão: Sim () Não () Frequência de consumo semanal _____	
Orientações:	
No dia anterior aos testes deve-se consumir o lanche padrão e realizar jejum por 12h, sem consumir nenhum tipo de alimento ou bebidas (apenas água é permitido) e não consumir bebida alcoólica e não praticar atividade física (nem no dia e nem na noite do dia anterior).	

ANEXO I – Parecer Consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Índice glicêmico e efeito anti-inflamatório do Feijão Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp)

Pesquisador: Livia Maria Silva

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 50347221.6.0000.8151

Instituição Proponente: COORDENACAO ADMINISTRATIVA DO SUL DO ESPIRITO SANTO - CASES -

Patrocinador Principal: FUNDACAO DE AMPARO A PESQUISA DO ESPIRITO SANTO - FAPES

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.181.338

Apresentação do Projeto:

A procura por alimentos associados aos benefícios funcionais vem promovendo mudanças no hábito alimentar da população, principalmente pelos alimentos de origem vegetal, por possuir em sua composição compostos fenólicos e, também, fibras que podem reduzir o índice glicêmico desses alimentos. Alguns estudos com feijão apontaram uma associação do seu consumo com a modulação na resposta glicêmica. Portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar as características físico-química, capacidade antioxidante, potencial anti-inflamatório e índice glicêmico do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) convencional e biofortificado. Inicialmente será feita análise físico-química das farinhas obtidas a partir dos feijões convencional e biofortificado. O estudo será realizado em duas etapas. 1ª etapa: será realizado um estudo *in vitro* com cultivo de células, para avaliar os biomarcadores do processo inflamatório. 2ª etapa: será realizada a intervenção com humanos (10 indivíduos saudáveis) para a determinação do índice glicêmico do feijão caupi convencional e biofortificado. Os voluntários serão recrutados através de mídias sociais e divulgação do estudo. Na noite anterior ao teste, os voluntários receberão um lanche padrão como última refeição. Será solicitado um jejum de 10-12 horas. No dia do teste será ofertado o alimento de referência (pão branco) (25 g ou 50 g de carboidrato, cerca de 50g de pão ou seja, 3 fatias de pão de forma branco sem casca) ou o alimento teste, acompanhado de 250 ml de água. Durante o estudo, o alimento teste será ingerido uma vez e o alimento de referência três vezes para cada voluntário, totalizando quatro sessões experimentais em dias não-consecutivos

Endereço: Alto Universitário, s/n, Guararema

Bairro: CENTRO

CEP: 29.500-000

UF: ES

Município: ALEGRE

Telefone: (28)3652-8771

E-mail: cep.alegre.ufes@gmail.com

ANEXO II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto de pesquisa: **Índice glicêmico e efeito anti-inflamatório do Feijão Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp)**

Pesquisador Responsável: Lívia Maria da Silva e Neuza Maria Brunoro Costa

Nome do participante:

Data de nascimento:

Você está sendo convidado (a) para ser participante do Projeto de pesquisa de mestrado do programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo, intitulado “**Índice glicêmico e efeito anti-inflamatório do Feijão Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp)**” de responsabilidade das pesquisadoras Lívia Maria da Silva e Neuza Maria Brunoro Costa. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte sobre qualquer dúvida que você tiver. Caso se sinta esclarecido (a) sobre as informações que estão neste Termo e aceite fazer parte do estudo, peça que assine ao final deste documento, em duas vias, sendo uma via sua e a outra do pesquisador responsável pela pesquisa. Saiba que você tem total direito de não querer participar ou de retirar-se a pesquisa a qualquer momento, sem obrigatoriedade de justificativas.

1. O trabalho tem por determinar o índice glicêmico do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) convencional e biofortificado em indivíduos saudáveis. Espera-se com essa pesquisa que, os efeitos anti-inflamatório e o índice glicêmico do feijão caupi possam trazer mais informações no controle da glicemia e nas doenças crônicas não transmissíveis, proporcionando uma melhora na qualidade de vida da população, pelo fato deste ser um alimento fonte minerais, como ferro, zinco, compostos fenólicos, fibras alimentares e oligossacarídeos não digeríveis, todos benéficos à saúde.

2. A participação nesta pesquisa consistirá em coleta de sangue em jejum e após ingerir o alimento que será testado para ser avaliada a glicemia capilar. Na noite anterior aos testes, você receberá um lanche leve, que poderá ser uma das três opções: (1) sanduíche de atum e suco de uva, (2) sanduíche de frango e suco de maracujá ou (3) sanduíche de queijo cottage e peito de frango e suco de pêssego. Após 10-12 horas de jejum, você deverá se apresentar ao Laboratório de Análises Clínicas de Alegre, ES – LABCENTER - e ingerir um dos alimentos testados contendo 25 g de carboidrato disponível (carboidrato total (g) – teor de fibra (g)). Isso representa cerca de 50 de pão (cerca de 3 fatias de pão de forma branco sem casca) ou 100 g de feijão (cerca de 4

colheres de sopa de feijão cozido), acompanhados de 250 mL de água. Os alimentos testados – feijão caupi cozido (convencional biofortificado) deverão ser ingeridos uma vez e o alimento de referência (que será o pão branco), três vezes, totalizando quatro sessões experimentais em dias não-consecutivos. Haverá um intervalo de 2 dias entre os dias de testes e a ordem de ingestão desses ocorrerá de maneira randomizada.

Você deverá permanecer no laboratório nos dias de coleta de sangue para avaliar a glicemia capilar por 120 minutos (2 horas). Será feita uma punção capilar para coleta de uma gota de sangue de cada dedo nos tempos 0 (imediatamente antes da ingestão do alimento), 15, 30, 45, 60, 90 e 120 min após início da ingestão dos mesmos. Serão colhidas duas amostras de sangue em jejum (tempo 0 minutos), com intervalo de até 5 minutos entre elas. Será utilizado o glicosímetro Accu Chek Active® e seus resultados serão expressos em mg/dL.

Para melhor controle e prevenção da Covid-19, de acordo com a PORTARIA Nº 013-R, DE 23 DE JANEIRO DE 2021., os participantes deverão utilizar máscara, manter o distanciamento de 1 metro, evitando aglomeração no local, atendendo para higienização das mãos e objetos. No local será disponibilizado álcool 70% para que possa ser feito a desinfecção quando necessário

3. Os possíveis riscos associados com a pesquisa podem ser: desconforto por estar em jejum e ao ingerir o alimento teste ou o pão branco em função da quantidade que deverá ser ingerida do alimento dentro de 15 minutos e ardência ou uma dor leve da picada da agulha para coleta de uma gota de sangue de cada dedo das mãos. Para minimizar a dor e evitar possíveis desconforto o participante será instruído para deixar a mão pendente ajudando no fluxo sanguíneo no momento da coleta do material; o dedo que será realizado a coleta será mantido apertado, até o momento da coleta obtendo assim o volume da gota de sangue necessária para o exame; o pique será na polpa do dedo ou na parte lateral do dedo, pois a sensibilidade é menor, diminuindo assim a dor; a coleta será realizada em dedos diferentes.

Ademais, o laboratorista capacitado que fará a coleta utilizará luvas descartáveis e paramenta necessária para evitar contaminação e infecção. Os materiais descartáveis utilizados na coleta serão descartados conforme manual de boas práticas do laboratório. O desconforto do jejum será aliviado com o consumo dos alimentos teste e de referência e o possível desconforto do consumo dos alimentos poderá ser amenizado com o consumo do copo de água que será fornecido junto com tais alimentos.

4. Os benefícios que a pesquisa pode trazer incluem: o conhecimento da glicemia de jejum e a curva glicêmica, após ingerir os alimentos que serão testados. Ademais a pesquisa irá contribuir para o maior conhecimento sobre as propriedades funcionais do feijão caupi, com potencial para ser utilizado para o controle do diabetes. A variedade biofortificada pode contribuir para a saúde, fornecendo maior teor de ferro, reduzindo o risco de anemia ferropriva. Uma vez conhecidas as propriedades benéficas do feijão caupi, seu consumo poderá ser incentivado para a população em geral, além da sua produção ser incentivada para os produtores agrícolas familiares e ser inserido na alimentação escolar.

5. Você não terá nenhuma despesa ao participar da pesquisa e poderá retirar sua concordância na continuidade da pesquisa a qualquer momento sem que ocorra penalidades ou prejuízos.

6. Você não terá nenhum valor econômico a receber ou a pagar pela participação, no entanto, caso haja qualquer despesa decorrente desta participação haverá o seu ressarcimento pelos pesquisadores.

7. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente da participação no estudo, você poderá pleitear indenização, segundo as determinações do Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

8. Seu nome será mantido em sigilo, assegurando assim a sua privacidade, e se desejar terá livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que queira saber antes, durante e depois da sua participação.

9. Os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

Qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com os pesquisadores Neuza Maria Brunoro Costa, e Livia Maria da Silva, com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Campus de Alegre da Universidade Federal do Espírito Santo (CEP/Alegre/UFES), localizado Alto Universitário, S/N Guararema, Alegre - ES, 29500-000, telefone: (28) 3552 8771, e-mail: cep.alegre.ufes@gmail.com, atendimento de segunda a sexta-feira das 08h00min às 11:00min, e/ou com a Comissão

Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP, telefone (61) 3315.5877, e-mail: conep@saude.gov.br.

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo em ser participante do Projeto de pesquisa acima descrito.

Cidade, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do participante

"Na qualidade de pesquisador(a) responsável pela pesquisa **"Índice glicêmico e efeito anti-inflamatório do Feijão Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp)"**, Lívia Maria da Silva e Neuza Maria Brunoro Costa, declaro ter cumprido as exigências do(s) item(s) IV.3 e IV.4 (se pertinente), de Resolução CNS 466/12, a qual estabelece diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos"

Neuza Maria Brunoro Costa

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento