

RAIANE DUARTE VIANA

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DO FEIJÃO GUANDU (*CAJANUS CAJAN* L.) E
SUA APLICAÇÃO TECNOLÓGICA NA ELABORAÇÃO DE PRODUTO TIPO
HAMBÚRGUER**

Recife

2021

RAIANE DUARTE VIANA

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DO FEIJÃO GUANDU (*CAJANUS CAJAN L.*) E
SUA APLICAÇÃO TECNOLÓGICA NA ELABORAÇÃO DE PRODUTO TIPO
HAMBÚRGUER**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Nutrição. Área de concentração: Ciência dos Alimentos.

Orientador (a): Thayza Christina Montenegro Stamford.

Coorientador (a): Michelle Galindo de Oliveira.

Recife

2021

Catálogo na Fonte
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

V614c Viana, Raiane Duarte.
Caracterização da farinha do feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) e sua aplicação tecnológica na elaboração de produto tipo hambúrguer / Raiane Duarte Viana. – 2021.
50 f.: il.; 30 cm.

Orientadora: Thayza Christina Montenegro Stamford.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Recife, 2021.
Inclui referências.

1. Farinha. 2. Alimento Funcional. 3. Compostos fitoquímicos. 4. Fabaceae. I. Stamford, Thayza Christina Montenegro (Orientadora). II. Título.

612.3 CDD (20.ed.) UFPE (CCS2021-152)

RAIANE DUARTE VIANA

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DO FEIJÃO GUANDU (*CAJANUS CAJAN L.*) E
SUA APLICAÇÃO TECNOLÓGICA NA ELABORAÇÃO DE PRODUTO TIPO
HAMBÚRGUER**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Nutrição. Área de concentração: Ciência dos Alimentos.

Aprovado em: 30/04/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Tânia Lúcia Montenegro Stamford (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a Natália Ferrão Castelo Branco Melo (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Lúcia Raquel Ramos Berger (Examinador Externo)
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

No começo do curso de Mestrado ouvi algo da professora Tânia Stamford que me marcou, ela disse que ali seríamos uma família e que se trabalhássemos juntos, iríamos mais longe e tudo daria certo! Sem dúvida, foi exatamente isso que aconteceu!

Mas antes de citar qualquer nome, gostaria de deixar claro que sem Deus conduzindo cada etapa, cada detalhe, desde a seleção até hoje na defesa, seria impossível dar um único passo! E o que dizer da minha família que me deu suporte para que eu pudesse me dedicar a essa fase tão sonhada, minha gratidão aos meus pais, Luiz Carlos e Zuleide e a minha irmã Larissa e meu cunhado Misael que entrou na família justo nessa fase.

Mas, voltando a citação de professora Tânia, eu tive o prazer de ter uma equipe de trabalho nesses dois anos de Mestrado que fez toda diferença!! Então só tenho a agradecer a minha turma composta por Marión Aguilar, Wildia Dorvil, Guilherme Pessoa e Christina Santos pela parceria, seja nos momentos de risadas ou nas horas de trabalho dentro dos laboratórios, nos dividindo para dar conta de tudo... e o que dizer das ligações, mensagens, áudios e vídeo chamadas só para discutir resultados e tirar dúvidas? Como foram preciosos esses momentos, como eu aprendi e cresci com esses processos!! Sempre lembrarei com eterna gratidão!

Tenho também eterna gratidão pelas minhas doces orientadora e coorientadora Thayza Stamford e Michelle Galindo que sempre me conduziram com calma e sabedoria, mesmo nos meus momentos de crise, me mostrando que tudo tinha solução! Muito obrigada!!!

Ao Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPA), que me possibilitou realizar a produção da farinha de feijão guandu em suas instalações, a cada técnico que faz parte do Laboratório de Sementes, em especial a pessoa do professor Félix que acompanhou todo o processo realizado neste Instituto e virou um amigo e incentivador, muito obrigada!!!

Não poderia deixar de reconhecer aqui cada professor e técnico que me ajudaram muito me aconselhando, ensinando, dando suporte, além de outros

colegas do Departamento de Nutrição da UFPE que também fazem parte desta história. Deixo aqui alguns desses nomes com todo meu carinho e gratidão: Sebastião Camilo, Vivaldo, Bruno Veras, Viviane Lansky e Nadja Fernandes.

Venho também agradecer aos membros que formaram tanto a minha Banca de Qualificação como na Defesa final: Tânia Lúcia Montenegro Stamford, Margarida Angélica da Silva Vasconcelos, Neide Shinohara, Lúcia Raquel Berger e Natália Melo. Muito obrigada por todas as considerações feitas, foram de grande valia para tornar este trabalho melhor.

Ao CNPq pela bolsa do mestrado, a qual foi muito importante para viabilizar esta pesquisa.

Como eu disse no começo desta sessão de agradecimentos, não poderia concluir este trabalho desta forma sem cada uma dessas pessoas aqui mencionadas. Diante de um cenário nunca vivido como o que temos passado, sem dúvida o trabalho em equipe está cada vez mais importante, apesar do distanciamento social. Juntos somos mais fortes! Muito obrigada!

“Tudo o que não é eterno, é eternamente inútil” (LEWIS, 2017, p.183).

RESUMO

O feijão-guandu é uma leguminosa típica das regiões trópicas e subtropicais sendo conhecida por ser fonte de proteínas, minerais, vitaminas além de antioxidantes e ácidos orgânicos importantes. Na Ásia esta semente tem um papel relevante na alimentação da população, porém no Brasil, apesar de existirem zonas de cultivo, ela ainda não é muito explorada. Estudos têm avaliado o uso potencial do guandu para enriquecer formulações alimentícias já comercializadas, como também para elaborar novos produtos. Assim, o presente estudo propõe caracterizar a farinha de feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) e aplicá-la na elaboração de produto tipo hambúrguer. A farinha do feijão foi elaborada e caracterizada com análises de composição centesimal, físicas e microbiológicas e esta foi acrescida ao produto tipo hambúrguer que também foi analisado segundo parâmetros físico-químicos. Foi observado que a farinha elaborada é fonte de proteína (23,01 g/100g), possui compostos fenólicos e atividade antioxidante, além de apresentar características que possibilitam o seu uso na elaboração de produtos alimentícios como capacidade de absorção de água e óleo. O produto tipo hambúrguer desenvolvido apresentou 7,58g/100g de proteína, baixa quantidade de lipídios (0,61%) e alto teor de carboidratos (91,81 g/100g) e também foi observada a presença de compostos fenólicos e atividade antioxidante, mas em menor grau, quando comparamos com a farinha de feijão guandu pura, e sofrendo alterações quando submetido ao processo de fritura. Desta forma, observa-se o grande potencial que feijão guandu possui, o que motiva o aumento de sua exploração para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

Palavras-chave: farinha; alimento funcional; compostos fitoquímicos; Fabaceae.

ABSTRACT

Pigeonpea is a legume typical of the tropics and subtropics and is known for being a source of proteins, minerals, vitamins, as well as antioxidants and important organic acids. In Asia, this seed plays an important role in feeding the population, but in Brazil, despite the existence of cultivation areas, it is still not very explored. Studies have evaluated the potential use of pigeon pea to enrich food formulations already on the market, as well as to develop new products. Thus, the present study proposes to characterize the pigeon pea flour (*Cajanus cajan* L.) and apply it in the preparation of a hamburger-like product. The bean flour was elaborated and characterized with chemical composition, physical and microbiological analysis and this was added to the hamburger type product, which was also analyzed according to physical-chemical parameters. It was observed that the prepared flour is a source of protein (23.01 g/100g), has phenolic compounds and antioxidant activity, in addition to presenting characteristics that enable its use in the preparation of food products, such as water and oil absorption capacity. The hamburger-type product developed presented 7.58g/100g of protein, low amount of lipids (0.61%) and high carbohydrate content (91.81g/100g) and the presence of phenolic compounds and antioxidant activity was also observed, but to a lesser degree, when compared to pure pigeon pea flour, and suffering changes when submitted to the frying process. Thus, the great potential that pigeon pea has is observed, which motivates the increase of its exploration for the development of new food products.

Keywords: flour; functional food; phytochemicals; Fabaceae.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Novos modelos alimentares	13
2.2	Feijão-Guandu (<i>Cajanus cajan</i> L.)	14
2.3	Farinha de leguminosas	18
2.4	Hambúrguer vegetariano	19
3	HIPÓTESE	22
4	OBJETIVOS	23
4.1	Objetivo geral	23
4.2	Objetivos específicos	23
5	MATERIAIS E MÉTODOS	24
5.1	Materiais	24
5.2	Métodos	24
5.2.1	Seleção e higienização do feijão guandu	24
5.2.2	Obtenção da massa cozida do Feijão Guandu	24
5.2.3	Obtenção da farinha do Feijão Guandu	24
5.2.4	Elaboração do produto tipo hambúrguer	25
5.2.5	Análises químicas	26
5.2.6	Análises físicas da farinha	26
5.2.7	Análises microbiológicas	27
5.2.8	Bioatividade	28
5.2.9	Análise estatística	30
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6.1	Caracterização físico-química da farinha	31
6.2	Determinação microbiológica da farinha de feijão guandu	32
6.3	Caracterização física da farinha de feijão guandu	33
6.4	Caracterização físico-química do produto	36
6.5	Atividade antioxidante, compostos fenólicos e flavonóides	38
7	CONCLUSÃO	42

REFERÊNCIAS	43
--------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

A Organização para Alimentação e Agricultura (2016), alerta para os desafios decorrentes do aumento da população e o aumento da renda em parte do mundo, que resultam em um crescimento da demanda por alimentos e outros produtos agrícolas. O interesse por culturas alternativas de leguminosas e pseudocereais que promovam a sustentabilidade ambiental e ofereçam material de qualidade em proteínas, óleo e fibras tem crescido. As leguminosas são consideradas boas fontes de proteínas vegetais que proporcionam grandes quantidades de aminoácidos essenciais, como a lisina e ainda possuem minerais como ferro, zinco e magnésio e são isentas de glúten (RON *et al.*, 2017).

O feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) é uma leguminosa que se desenvolve em regiões tropicais e subtropicais, sendo resistente a seca e ao estresse causado pela alta temperatura. Este feijão é constituído por 85% de cotilédones, 14% de tegumento e 1% que corresponde ao embrião, além de conter uma diversidade de nutrientes, dos quais se destacam as vitaminas do complexo B, ácido ascórbico e carotenóides, podendo ser utilizado de diversas formas (SAXENA *et al.*, 2010; KAUSHAL *et al.*, 2012; SONG *et al.*, 2019).

Nos cotilédones 66,7% refere-se aos carboidratos, enquanto a maior parte da quantidade de proteína da semente, está concentrada no embrião, o que corresponde a 50%. Um terço do revestimento da semente é formado por fibras, enquanto nos cotilédones e nos embriões são encontrados aminoácidos que contém enxofre como a metionina e a cistina que representam 1% desta composição. A quantidade de proteína encontrada nas sementes verdes é de 21% e nas sementes maduras 18,8%, e suas respectivas digestibilidade são de 66,8% e 58,5% (SAXENA *et al.*, 2010).

Devido a sua composição o feijão guandu pode ser utilizado em programas de desenvolvimento nutricional, colaborando com a manutenção de uma dieta balanceada. Além disso, a geração de subprodutos derivados do feijão guandu é uma boa alternativa para combater deficiências nutricionais, como a de proteínas, sobretudo quando este feijão é consumido junto com cereais (KARRI, V.R.; NALLURI, N., 2017).

Estudos com farinhas de leguminosas que buscam a elaboração de produtos alimentícios sem glúten, assim como a melhoria na sua qualidade, tem crescido. Ensaio com a farinha do feijão guandu tem demonstrado que esta leguminosa tem potencial para ser utilizada na formulação de embutidos cárneos e molhos devido às suas características sensoriais e nutricionais (KAUSHAL *et al.*, 2012; RAMÍREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2017).

Portanto, diante da procura por produtos de origem vegetal e a necessidade industrial de fornecer alternativas sustentáveis para o consumo de alimentos, este estudo propõe fazer uma caracterização da farinha de feijão guandu e em seguida aplicá-la em um produto tipo hambúrguer.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Novos modelos alimentares

A mudança no perfil de ingestão, a demanda por alimentos saudáveis junto com o aumento da população tem incentivado o surgimento de iniciativas para o emprego sustentável de fontes de proteínas e para a criação de novas alternativas alimentares (LUIGIA, 2018). Existem iniciativas que estão emergindo, em resposta aos impactos das práticas alimentares convencionais sobre a sustentabilidade, como mercados de agricultores e apoio a agricultura orgânica, essas iniciativas são consideradas opostas às redes alimentares convencionais uma vez que possuem motivações, resultados e organização diferentes (DEDEURWAERDERE, *et al.*, 2017).

Os movimentos que trouxeram o conceito de comer menos carne e derivados tiveram início por volta do século VI a.C. e começaram junto com os atos religiosos. A cultura alimentar à base de plantas no mundo oriental foi proposta pelos Hinduísmo e Budismo e no mundo ocidental, pelos gregos Pitágora e Platone. Com o passar dos séculos esse conceito evoluiu e ganhou força, a medida que o número de adeptos aumentou e hoje está relacionado com nutrição e boas condições de saúde (TIMMER *et al.*, 2016 apud BEDIN *et al.*, 2018).

O número de apreciadores da dieta à base de plantas tem crescido nos últimos anos, como foi registrado na Índia onde foi observado um aumento de 20% para 42% em 2003 devido a crenças religiosas e culturais, a Itália em 2012, apresentou 4,9% de seguidores deste movimento e em 2017 esse percentual aumentou para 7,1%; enquanto que em 2016, 11,2% dos australianos aderiram esta prática (ROY MORGAN RESEARCH, 2016; EURISPES, 2017).

No relatório publicado pela Plant Based Food Association (2018), mostra que o crescimento do mercado de alimentos a base de plantas nos Estados Unidos da América chegou a 20% em 2018, o que representa US \$ 3,3 bilhões em vendas. As vendas de substitutos de carne, no mesmo ano, geraram \$555 milhões, com um crescimento de 6,1%. Entretanto, este novo hábito de consumo enfrenta algumas dificuldades devido a informações inadequadas sobre os benefícios nutricionais e

para a saúde humana da ingestão de leguminosas, além da associação deste consumo com a classe de baixa renda (FAO, 2016).

Substituir a carne por outros alimentos como leguminosas altera a estrutura de um componente típico da refeição que pode gerar dificuldade na aceitação desse tipo de alimentação, porém quando se tem um substituto semelhante ao tradicional, que consiga oferecer sabor e textura além de nutrientes importantes como os encontrados nas carnes, esta troca se torna mais fácil e traz benefícios ao consumidor (SCHOSLER *et al.*, 2011; VAN KERNEBEEK *et al.*, 2014; SHURTLEFF, W.; AOYAGI, A., 2014). Além disso, Van Mierlo *et al.* (2017), observaram que uma mudança no hábito de ingestão, com a redução do consumo de produtos à base de carnes e a substituição destes por produtos vegetais pode causar reduções significativas no impacto ambiental, sem causar prejuízos à saúde humana.

Porém, para que uma dieta baseada em plantas possua a mesma qualidade de proteína que as dietas carnívoras, é necessária a ingestão complementar de outras fontes de proteínas, como cereais para suprir a falta de aminoácidos essenciais que contém enxofre, como metionina e cisteína (MAPHOSA; JIDEANI, 2017). Assim, observa-se a importância de estudos que venham contribuir para a elaboração de produtos que supram não somente os atributos sensoriais esperados pelo público, mas também que ofereçam os nutrientes necessários a manutenção da boa nutrição. Além da valorização de recursos alimentares ainda pouco explorados pelo público e pela indústria, como por exemplo o feijão guandu.

2.2 Feijão Guandu (*Cajanus Cajan* L.)

Pode-se definir leguminosa como “vagem ou fruta” que contem sementes ou grãos secos e que possui a tendência de fixar nitrogênio no solo. O feijão guandu pode atingir 5 m de altura, possuindo folhas dispostas em espiral no caule, em formato trifoliada; as flores podem ocorrer nas posições terminais ou axilares, geralmente possuindo cor amarela; as vagens são achatadas, podem ser peludas, geralmente são de cor verde, mas podem apresentar coloração rajada roxa-escura. Este feijão está entre as leguminosas, a que ocupa um posto relevante na agricultura de sequeiro; é cultivado em 22 países localizados na Ásia, no continente

africano, nas ilhas do Caribe e parte da América do Sul (FAO, 2008 e 2018; KARRI, V.R.; NALLURI, N., 2017).

Segundo a FAOSTAT (2019), sua área cultivada, no ano de 2017, correspondeu a 7.024.410 milhões hectares, resultando em uma produção mundial de 6,8 milhões de toneladas, sendo a Ásia detentora de 83,5% desta produção, seguida da África 14,3% e das Américas com 2,2%. As regiões que possuem maior produção de feijão guandu são: o Sul da Ásia (68%), África Subsaariana (16,7%) e Sudeste da Ásia (12,7%) (FAO, 2019).

Trata-se de uma espécie adaptada a condições de escassez de água, considerada tolerante à seca e uma cultura vital para a agricultura de subsistência nos trópicos e subtropicais. Pode ser cultivado em uma ampla variedade de solos, tendo a capacidade de produzir alimento nutritivo mesmo que o solo esteja degradado e com poucos recursos (SAXENA *et al.*, 2010; MISHRA *et al.*, 2017).

Segundo o International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, ICRISAT (2020), o uso do feijão guandu combinado com cereais na alimentação oferece uma mistura que contribui para o sustento de milhões de pessoas que se encontram em estado de vulnerabilidade no planeta. Este feijão pode ser consumido em diferentes estágios de maturação e de diversas formas, como é visto na Índia onde é preparado o *Dhal* que trata-se de uma sopa que é consumida com pão (chapati e naan) e arroz, na América do Sul e na África meridional e oriental ele é preparado como um mingau, mas também pode ser ingerido, quando verde, como um vegetal fresco, enlatado ou congelado (SAXENA *et al.*, 2010).

Solomon, Okomoda e Oda (2017) comparando a composição nutricional das sementes do guandu seco e tostado, verificaram o aumento da quantidade de proteína, da maioria dos aminoácidos essenciais e das fibras nas sementes tostadas. Além disso, também foi observado uma redução importante de compostos antinutricionais com o processo de tostagem da semente, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Composição nutricional do *Cajanus cajan* seco e tostado*.

	<i>Cajanus cajan</i> seco	<i>Cajanus cajan</i> tostado
Composição aproximada (g / Kg⁻¹)		
Umidade	85.3 ± 0.14	72.5 ± 1.30
Cinzas	36.1 ± 0.19	41.1 ± 0,31
Lipídeos	31.5 ± 2.41	31.9 ± 0.45
Fibras	11.2 ± 0.91	16.2 ± 0.62
Proteínas	226.0 ± 4.34	247.6 ± 1.32
Aminoácidos essenciais (g /100g⁻¹ proteína)		
Arginina	4.64 ± 0.12	5.27 ± 0.25
Histidina	1.96 ± 0.32	2.30 ± 0.20
Isoleucina	3.01 ± 0.11	3.36 ± 0.32
Lisina	6.29 ± 0.13	5.67 ± 0.25
Fenilalanina	3.46 ± 0.21	3.71 ± 0.10
Leucina	6.40 ± 0.30	6.34 ± 0.21
Metionina	0.81 ± 0.30	0.93 ± 0.22
Treonina	3.31 ± 0.05	3.34 ± 1.00
Valina	4.04 ± 0.21	4.33 ± 0.05
Anti-nutrientes		
Taninos (g/100 g⁻¹)	6.88 ± 0.33	1.78 ± 0.34
Fitatos (g/100 g⁻¹)	5.01 ± 0.20	1.45 ± 0.21
Tripsina (Tiu/ mg⁻¹)	31.28 ± 0.09	15.23 ± 0.04
Hemaglutinina (HU/ mg⁻¹)	25.01 ± 0.30	10.21 ± 0.91
Alcalóides (%)	0.28 ± 0.03	0.13 ± 0.05

*Tabela adaptada de Solomon, Okomoda e Oda (2017); Valores expressos em média ± desvio padrão.

Ainda foi observado que o feijão guandu (*Cajanus cajan*) possui altas quantidades de vitaminas do complexo B, ácido ascórbico e carotenóides. Os grãos secos podem ser germinados com a finalidade de melhorar sua digestibilidade através da redução dos açúcares não digeríveis, como também podem ser cozidos ou transformados em farinhas (KAUSHAL *et al.* 2012). Faris e Singh (1990), observaram que os grãos do feijão guandu (*Cajanus cajan*) verdes possuíam maior digestibilidade de fibra, proteína e gordura, além de possuírem valores maiores de oligoelementos e elementos minerais, com destaque para fósforo que apresentou 28,2%, potássio 17,2%, zinco 48,3%, ferro 14,7% e cobre 20,9%.

No estudo sobre as propriedades funcionais do amido do feijão guandu, observou-se um maior poder de intumescimento à medida que a temperatura era elevada, assim como a solubilidade que apresentou melhores valores à temperatura

acima de 85°C. Quando avaliados solubilidade e intumescimento relacionados ao pH, foi visto que este aumentou a solubilidade quando atingiu valores de 6 e depois de 8, já com relação ao intumescimento, este sofreu elevações à medida que o pH subia, sendo destacados os valores entre 6 e 12 (CAMPOS, 2014).

Avaliando algumas características funcionais do isolado de proteína e do hidrolisado de pepsina do feijão guandu, Tapal *et al.* (2019), verificaram que estes compostos podem ser usados como elementos que contribuem com a estabilidade oxidativa em alimentos, devido à atividade antioxidante presente, além de possuírem propriedades de geleificação. Rani *et al.* (2014), em sua investigação sobre a presença de flavonóides, compostos fenólicos e propriedades antioxidantes nas sementes de guandu, verificaram que essas demonstram ter elevadas propriedades antioxidantes, e recomendam o seu consumo com o tegumento para garantir melhores valores. Também foi constatado que os extratos dessas sementes têm a capacidade de proporcionar potencial antioxidante natural para serem usados pela indústria.

Um ensaio realizado por Gai, *et al.* (2020), identificou onze compostos fenólicos extraídos do feijão guandu, dentre eles estão o ácido cajaninstilbene, pinostrobin, genisteína, luteolina, biochanina A e apigenina. Esses compostos possuem atividades que contribuem para a prevenção e tratamento de doenças, como foi visto no estudo de Xu, *et al.* (2020) que observaram que o ácido cajaninstilbene possui atividade neuroprotetora, podendo ser usado na prevenção e tratamento de AVC isquêmico. Além disso, Kanchanapiboon, *et al.* (2020) verificaram que a pinostrobin possui efeitos anti-formação de biofilme produzido pelo fungo patógeno oportunista, *Candida albicans*.

Diante do exposto observa-se o grande potencial que feijão guandu possui, podendo ser mais explorado na alimentação humana contribuindo não somente como fonte de nutrição como também com a saúde da população, podendo ser utilizado na produção de novos produtos alimentícios.

2.3 Farinha de Leguminosas

Segundo a RDC n° 263 de 22 de Setembro de 2005, as farinhas são definidas como produtos obtidos através da moagem e ou outros processos tecnológicos que são seguros para a produção de alimentos, sendo usadas partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas. As farinhas das leguminosas têm sido estudadas a fim de oferecer alternativas com mais nutrientes, sendo ricas em proteínas e melhorando a ingestão calórica de dietas a base de plantas (BAR-EL DADON, ABBO; REIFEN, 2017).

No trabalho de Ramírez-Jiménez *et al.* (2017), que elaboraram um lanche (*snack*) a base de farinha de feijão cozido e farinha de aveia se pode observar a melhora do perfil nutricional, assim como a presença de compostos bioativos e um produto com baixo teor calórico, quando comparado com outros produtos semelhantes a base apenas de aveia.

A farinha de trigo foi substituída em 30% pelas farinhas de ervilha (crua, germinada e tostada) na fabricação do pão branco, no estudo de Millar *et al.* (2019), para se obter um produto com maior valor nutritivo. Os autores verificaram que o produto final possuía um melhor perfil proteico e que o uso da farinha de ervilha tostada resultou em um pão com densidade e volume específico comparáveis com o tradicional, feito apenas com trigo. A substituição em 30% da farinha de trigo também foi estudada por Barros *et al.* (2018), acrescentando a farinha feijão na fabricação de *muffins*. Foi observado um aumento no rendimento do produto, além da melhora no valor nutricional com aumento da matéria mineral, proteínas e fibras.

Um ensaio comparativo entre variedades de farinhas observou que a farinha do feijão guandu possui propriedades funcionais primárias de proteínas, como elevadas atividade e estabilidade de emulsão e boa capacidade de absorção de gorduras o que indica que ela é uma alternativa viável para ser usada em produtos de carne triturados, molhos para saladas, sobremesas congeladas e maionese. Entretanto, ainda foi verificado que esta farinha possui altos teores de fitatos, que podem comprometer a absorção de outros nutrientes, como minerais (KAUSHAL *et al.*, 2012).

Um estudo que elaborou um tipo de macarrão com o uso de farinha de grão de bico e isolado de proteína, mostrou ser uma boa alternativa para a fortificação deste produto, uma vez que resultou em uma massa de alta qualidade com textura, atributos físico-químicos e sensoriais aprimorados (EL-SOHAIFY, 2020). Romero; Zhang (2019) observaram os efeitos na qualidade do macarrão feito apenas com farinha de feijão e verificaram que este produto possuiu menores tempo de cozimento, mastigabilidade, dureza e coesividade, quando comparado com o controle feito apenas com trigo.

Desta forma, observa-se um grande potencial para o uso combinado das leguminosas com outros cereais na formulação de novos gêneros alimentícios como os produtos de panificação, sopas, barra de cereais e carnes (ASIF, M., *et al.*, 2013).

2.4 Hambúrguer Vegetariano

O conceito que consta no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer define hambúrguer como, produto cárneo industrializado, obtido da carne moída dos animais de açougue, podendo ser adicionado ou não de ingredientes e tecido adiposo, moldado através de processos tecnológicos adequados, tendo como resultado final um produto com características organolépticas intrínsecas (BRASIL, 2000).

O mercado de produtos de origem vegetal e com apelo sustentável tem crescido, logo é possível encontrar nos supermercados vários insumos com as mais diversas formulações que exploram este nicho. Segundo Mordor Intelligence (2019), é esperada uma expansão no mercado de análogos de carne com uma taxa de crescimento anual de 7,9% entre 2019 e 2024. Kumar, *et al* (2015) classificaram a evolução dos produtos proteicos de origem não animal em três seguimentos: extensores de carne (caracterizados pela mistura de proteínas texturizadas com carne), análogos de carne e produtos proteicos com formulações novas e não associadas à carne.

Shurtleff e Aoyagi (2014) alinharam de forma cronológica os eventos mais importantes da história dos produtos análogos de carne e relataram que desde o ano 965 já se utilizava o tofu a base de soja, desde então outros itens foram entrando em

uso com essa finalidade, como a Yuba (1587), o glúten do trigo (1596), o tempeh (1815) e linguiças a base de vegetais (1852), mas só no final dos anos 1900 que a tecnologia dos alimentos começou a crescer nessa área e outros ingredientes e métodos de fabricação mais modernos foram sendo desenvolvidos.

Uma empresa de destaque neste seguimento, a Impossible Foods (2019), avaliou o perfil dos seus consumidores nos Estados Unidos, e observou que os jovens são o público que mais aderem esses tipos de alimentos, muitas vezes motivados por acreditarem ser uma opção mais saudável e contribuir para o meio ambiente, entretanto, a principal razão para a procura desses produtos ainda é o sabor agradável.

Uma revisão feita por Bohrer (2019), que analisou as diversas formulações dos hambúrgueres de base vegetal mais populares no ano de 2019, observou que as fontes de proteínas mais utilizadas são soja, o glúten do trigo, leguminosas como ervilha, feijão e grão de bico e fungos; já os lipídios mais usados nessas formulações incluem óleos como canola, coco, girassol, milho, gergelim e manteiga de cacau. Além desses ingredientes, ainda são utilizados amidos ou farinhas para melhorar a textura e realçadores de sabor como temperos e aromas naturais que vão deixar o produto mais semelhante ao original, feito com carne.

Três formulações realizadas por Summo, *et al.* (2016), de hambúrguer de base vegetal, que foram feitas a partir da mistura de lentilha, ervilha e feijão com cevada e/ou milho, mostraram ser uma boa alternativa para formulação deste tipo de produto, uma vez que apresentou bons níveis de proteínas e fibras, além de um bom grau de apreciação dos consumidores testados sensorialmente.

Além dos tradicionais hambúrgueres vegetais elaborados pelas indústrias de alimentos, ainda existem aqueles que surgem a partir de estudos para contribuir com a utilização de resíduos, valorização de matérias regionais ou para desenvolver formulações mais nutritivas. Lima *et al.* (2018) desenvolveram um hambúrguer com baixo teor de gordura e calorias, feito a partir da fibra de caju com feijão-caupi (*Vigna unguiculata L. Walp*) e este apresentou boa aceitabilidade.

Paula *et al.* (2019) utilizaram a *okara*, resíduo proveniente da soja, junto com shitake na formulação do seu substituto cárneo. Este demonstrou ser rico,

nutricionalmente, em proteínas e com destaque para as fibras, quando comparado com hambúrgueres à base de soja vendidos no comércio local.

Diante do aumento da procura e consumo desse tipo de produto e conseqüente crescimento da indústria deste seguimento, é necessário o aumento nas pesquisas que avaliam possíveis novos ingredientes para serem usados nas formulações a fim de oferecer produtos não somente agradáveis ao paladar, mas com qualidade nutricional.

3 HIPÓTESE

A farinha do Feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) apresenta em sua composição compostos bioativos, tendo um bom perfil nutricional e características físicas que favorecem a sua aplicação para obtenção de um produto tipo hambúrguer de base vegetal que vai agregar valor comercial a matérias alimentares oriundas do pequeno produtor.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Produzir e caracterizar a farinha de feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) e aplicá-la na elaboração de produto tipo hambúrguer.

4.2 Objetivos específicos

- Obtenção e caracterização da farinha do feijão guandu;
- Avaliar a presença de compostos fenólicos, flavonóides e atividade antioxidante da farinha, do produto elaborado cru e após fritura;
- Formular o produto tipo hambúrguer de feijão guandu;
- Investigar as características de qualidade físico-químicas do produto tipo hambúrguer à base de feijão guandu.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais

O feijão guandu seco foi adquirido de forma aleatória no comércio local do povoado de Serra Branca – Cidade de Ipubi, Região do Sertão de PE. As amostras foram acondicionadas em recipientes de polipropileno e foram transportadas para os seguintes laboratórios: Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos (LEAAL) – CSS/UFPE, Laboratório de Produtos Naturais / Departamento de Bioquímica – CCS/UFPE, Laboratório de Análises Microbiológicas (LAMAP) - CCS/UFPE e Laboratório de Sementes - IPA para realização das análises.

Os reagentes utilizados para as análises foram adquiridos de fontes comerciais.

5.2 Métodos

5.2.1 Seleção e higienização do feijão guandu

Os grãos do feijão foram selecionados manualmente, descartando aqueles que possuíam defeitos aparentes como furos, fungos e lesões. Depois de selecionados segundo a aparência, os grãos foram lavados em água corrente para então serem colocados em imersão para os processos de obtenção de massa cozida e farinha de feijão guandu descritos a seguir.

5.2.2 Obtenção da massa cozida do Feijão Guandu

Para a obtenção da massa cozida, colocou-se 1 kg de feijão guandu seco, em imersão em 2 L de água, dentro de um recipiente de polipropileno, por doze horas em temperatura ambiente e após esse processo, descartou-se a água de imersão e o grão foi cozido por 30 minutos, contados a partir do início da ebulição, em panela de pressão contendo 2 L de água. Os grãos foram drenados, e depois foram triturados em processador até se obter uma massa lisa e homogênea.

5.2.3 Obtenção da farinha do Feijão Guandu

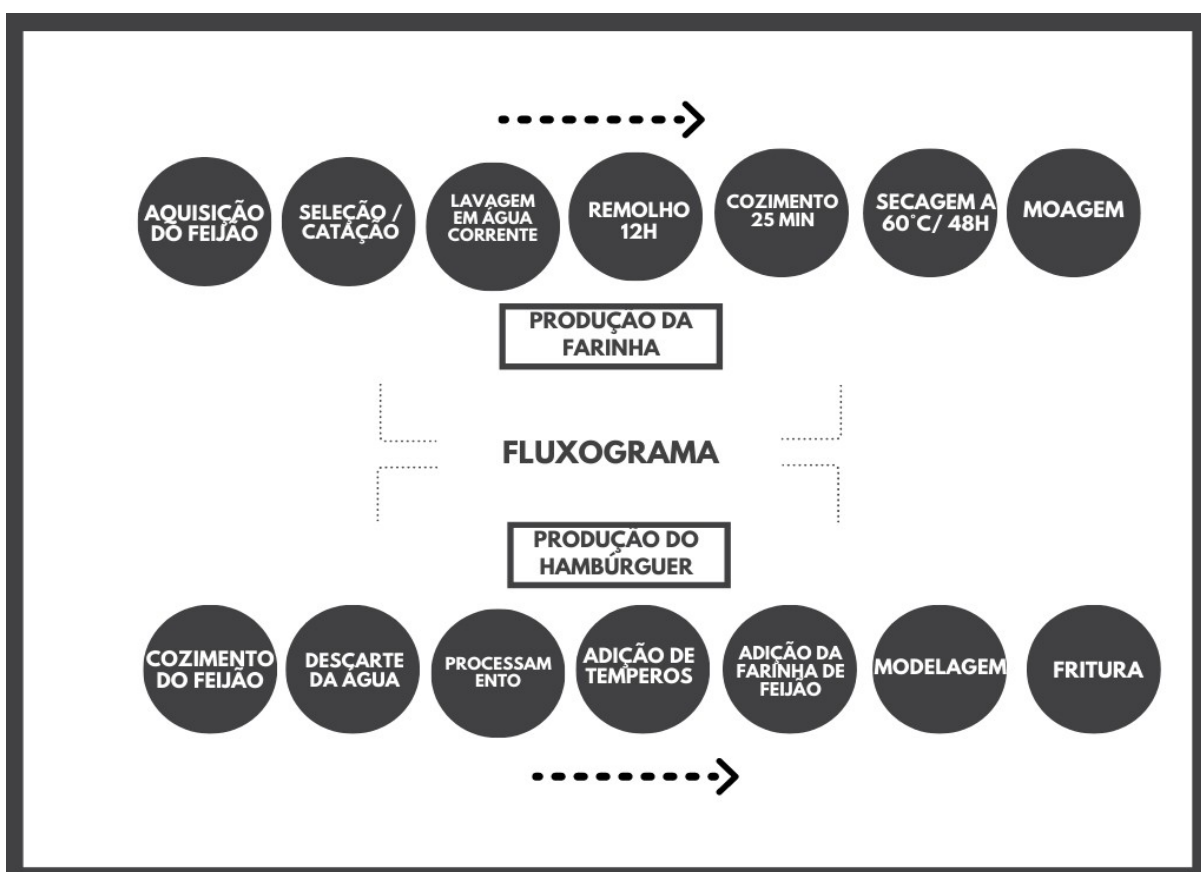
Para obtenção da farinha, colocou-se 1 kg do feijão guandu seco, em imersão em 2 L de água, dentro de um recipiente de polipropileno, por doze horas em

temperatura ambiente, depois descartou-se a água de imersão e o feijão foi cozido em panela com 2 L de água por 25 minutos, contados a partir do início da ebulição. Após cozimento, a água foi drenada e o feijão foi colocado em envelopes de papel madeira (75 g) e seco a 60 °C em estufa com circulação e renovação de ar por 48 horas. Após a secagem o produto foi resfriado por 30 minutos em dessecador, triturado em processador Tholz® com velocidade de agitação 7 (em uma escala de 0 a 10) em 2 ciclos de 40 segundos com um intervalo para homogeneização da amostra entre eles, e acondicionado sacos de polipropileno, em ambiente com temperatura controlada a 10 °C até sua utilização.

5.2.4 Elaboração do hambúrguer

O fluxograma do preparo da farinha e do produto tipo hambúrguer está descrito no Fluxograma 1 e os ingredientes selecionados para a formulação do produto tipo hambúrguer e suas respectivas quantidades, estão descritos na Tabela 2.

Fluxograma 1. Elaboração da farinha e do produto tipo hambúrguer.



Fonte: a autora (2020).

Tabela 2. Ingredientes do produto tipo hambúrguer, porção de 100 g.

Ingredientes	Quantidade
Feijão guandu cozido	50 %
Farinha de feijão guandu	5 %
Farelo de aveia sem glúten	13 %
Polvilho doce	2,5 %
Água potável	8 %
Páprica defumada	0,5 %
Molho Shoyo Light	2 %
Alho <i>in natura</i>	1 %
Cebola <i>in natura</i>	15 %
Coentro <i>in natura</i>	1 %
Suco de limão	1 %
Sal	0,5 %
Pimenta do reino moída	0,5 %

Fonte: a autora (2020).

5.2.5. Análises químicas

Para a caracterização da farinha e do produto tipo hambúrguer foram realizadas as seguintes análises, em triplicata, segundo a metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram avaliados os parâmetros de umidade determinada pelo método direto, cinzas por incineração a 550 °C, lipídios pelo método de Soxhlet, proteínas pelo método de Kjeldahl, carboidratos por diferença e amido.

A atividade da água foi avaliada em um analisador de A_w , a temperatura ambiente e o pH foi determinado através de um potenciômetro, previamente calibrado (pH 4,0 e 7,0) segundo Instituto Adolfo Lutz (2008).

5.2.6 Análises físicas da farinha

- A granulometria: foi mensurada de acordo com Matsuo e Dexter (1980), com algumas modificações, passando 100 g da farinha em aparelho Produtest, equipado com conjunto de peneiras (28, 35, 48, 60 e 80 mesh). O tempo de vibração foi de 15 minutos em escala máxima de vibração (10). As frações da farinha retiradas nos tamises foram pesadas e os resultados obtidos estão expressos em porcentagem.

- O Volume de Intumescimento (VI): determinou-se com a adição 30 mL de água destilada a 1 g de amostra, em proveta de 100 mL. Após 2 horas em agitação com barra magnética, a amostra foi repousada 30 minutos para completa decantação. O VI está expresso em mL/g de matéria (SEIBEL; BELÉIA, 2009).

- O Índice de Absorção de Óleo (IAO): determinou-se utilizando 1 g de amostra misturada com 10 mL de óleo, seguido de agitação, centrifugação (3700 rpm por 20 minutos, a 4 °C) e pesagem do sedimento úmido. Os resultados estão expressos em grama de óleo absorvido por grama de matéria seca (g de óleo /g) (SEIBEL; BELÉIA, 2009).

- Índice de absorção de água (IAA) e Solubilidade: determinou-se utilizando os métodos adaptados de Sharma *et al.* (2011) e Anderson *et al.* (1970). Em um tubo de centrífuga previamente pesado, foi inserido 1,25 g de amostra e depois adicionaram-se 13 mL de água e agitou-se a mistura por 5 minutos. Em seguida, este tubo foi colocado em centrífuga por 10 minutos a velocidade de 3.000 rpm. O líquido sobrenadante foi retirado e colocado em béquer previamente tarado e depois colocado em estufa a 105 °C por 24 horas. Após a secagem, o resíduo foi pesado para calcular a solubilidade. O sedimento úmido do tubo também foi pesado e com os dados obtidos, foi feito o cálculo de IAA utilizado a seguinte equação:

$$IAA(-1) = PRC \div PA - PRE$$

PRC = massa do resíduo da centrifugação (g); PA = massa da amostra (g);

PRE = massa do resíduo da evaporação (g)

- A densidade aparente (DA): calculou-se através do peso gerado pela farinha em proveta graduada de 50 mL, sendo expressa em g/mL (SEIBEL; BELÉIA, 2009).

5.2.7 Análises microbiológicas da farinha do feijão guandu

Foram realizadas análises de micro-organismos indicadores da qualidade sanitária dos alimentos segundo recomenda a Instrução Normativa N° 60, de 23 de Dezembro de 2019, junto a RDC n° 331 de 23 de Dezembro de 2019. Na farinha avaliou-se a contagem de coliformes a 45°C/g, *Salmonella* 25g, contagem de bolores e leveduras, e de aeróbios mesófilos. A metodologia utilizada foi descrita por Silva *et al.* (2017).

5.2.8 Bioatividade

- Preparo dos extratos: Nas análises de bioatividade, foram avaliadas a atividade antioxidante, flavonóides e fenólicos totais. Os extratos para as seguintes análises foram feitos com Hexano, Acetona e Metanol, colocando-se 10 g da amostra em um erlemeyer com 100 mL do solvente, depois deixou-se esta solução em agitação por 6 horas, após esse período o agitador foi desligado e deixou-se a amostra em contato com o solvente por mais 18 horas, até completar as 24 horas de contato da amostra com o solvente. Depois a solução foi filtrada utilizando papel filtro Qualy de gramatura 80 g/m² e espessura 205 µm e a solução filtrada foi colocada em balão de fundo chato de 150 mL e depois no rotoevaporador até completa evaporação do solvente, como descrito na Fluxograma 2.

Fluxograma 2. Preparo dos extratos de antioxidantes.



Fonte: a autora (2020).

- Atividade antioxidante: realizou-se o ensaio de Atividade Antioxidante Total (ATT). As análises foram realizadas nos extratos da farinha, produto elaborado cru (H1) e frito (H2). Os controles negativos (branco) utilizados em cada procedimento continham Dimetilsulfóxido (DMSO) a (1% v / v).

- Capacidade antioxidante total (ATT): foi determinada seguindo o método descrito por Oliveira *et al.* (2021) com modificações, utilizando 5 mg adicionados a 1 mL da solução reagente (ácido sulfúrico 600 mmol / L, fosfato de sódio 28 mmol / L e molibdato de amônio 4 mmol / L). A absorbância foi medida a 695 nm contra o branco, após incubação a 95 °C por 90 min. Foi criada uma curva padrão de ácido ascórbico (31,25 - 1000 µg/mL) para calcular os resultados em mg de equivalente de ácido ascórbico por grama de extrato seco.

- Flavonóides: O conteúdo total de flavonóides foi avaliando seguindo a metodologia de Oliveira *et al.* (2021), baseada no método colorimétrico por complexação metálica. Foi preparada uma solução padrão e soluções de extrato e fração (5 mg / mL) em etanol 99% e 0,2 mL de solução alcoólica 2,5% de cloreto de alumínio e 3,8 mL de etanol. As soluções ficaram em descanso por 30 min, em temperatura ambiente, e a absorbância foi medida a 420 nm em espectrofotômetro de microplaca (BioTek, µQuant, Wenooski, EUA). Foi criada uma curva padrão de Quercetina (31,25 - 1000 µg/mL) para calcular os resultados em mg de equivalente de Quercetina (QEC) / g de extrato seco.

- Fenólicos totais: a quantidade de fenólicos totais foi avaliada seguindo método de Prazeres *et al.* (2019) com algumas modificações. Foram usados 20 µL do extrato com 100 µL do reagente Folin-Ciocalteu diluído em água (1:10). Depois de 3 min, foram adicionados 80 µL da solução de carbonato de sódio (75 g / L). Após 2 horas, a temperatura ambiente, as amostras tiveram as absorbâncias medidas em espectrofotômetro (BioTek µQuant Biospectro, Winooski, USA) a 725 nm. Uma curva padrão de ácido gálico (31,25 - 1000 µg/mL) foi usada para calcular os resultados em mg de equivalente de ácido gálico por grama de extrato seco (g GAE/g).

5.2.9 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando testes de estatística descritiva (média e desvio padrão) e será feito o inferencial (One Way Analysis of Variance – ANOVA, seguida do Teste de Tukey), para determinação das estatísticas ($p < 0,05$) entre os diferentes tratamentos aplicados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização físico-química da farinha de feijão guandu.

A caracterização físico-química da farinha do feijão guandu esta descrita na tabela 3.

Tabela 3. Composição centesimal da farinha de feijão guandu (*Cajanus cajan* L.).

DETERMINAÇÃO	VALOR ENCONTRADO*± DP
CINZAS (%)	2,43% ± 0,05
UMIDADE (%)	4,27% ± 0,14
ATIVIDADE DA ÁGUA	0,48** ± 0,0
PH	6,56 ± 0,05
LIPÍDEOS (%)	2,48% ± 0,14
PROTEÍNAS	23,01 g / 100 g ± 0,01
CARBOIDRATOS	74,51 g / 100 g
AMIDO (%)	32,76% ± 0,54

*Valores expressos em média ± desvio padrão. **Valor médio de triplicata com temperatura média de 29,4 °C. **Fonte:** a autora (2020).

A composição centesimal da farinha afeta de forma expressiva as suas propriedades funcionais, pois reflete as interações entre os seus componentes (CAIRANO *et al.*, 2020). Como a presença do amido e da proteína que são responsáveis por absorver grandes quantidades de água (46% e 31%) respectivamente, além de outros ingredientes como as fibras (AWUCHI; IGWE; ECHETA, 2019).

Os valores de composição centesimal encontrados na farinha do feijão guandu como lipídeos (2,48%) e proteínas (23,01 g/100g), foram semelhantes aos encontrados em outros estudos, como visto em Solomon; Okomoda e Oda (2017) que identificaram na sua farinha produzida com feijão guandu cru, lipídeos 3,14% e proteínas 22,6%, o que também foi encontrado no estudo de Nwanekezi; Ubbaonu e Arukwe (2017) com 24,15% de proteína e 2,39% de lipídeos. Os achados apresentam diferenças que podem estar relacionadas com o processo de produção da farinha, as variedades utilizadas desta espécie e a localização geográfica na qual

elas foram retiradas (KAUR, M.; SANDHU, K.S.; SINGH, N., 2007; Nwanekezi; UBBAONU; ARUKWE, 2017).

Os níveis de atividade de água interferem no prazo de validade do alimento, sendo os produtos com níveis menores que 0,70, como a farinha do feijão guandu que possui 0,48, mais estáveis do ponto de vista biológico, propiciando uma vida útil maior, porém, estão sujeitos a outros processos de degradação, como a oxidação lipídica (RODEL, W., 2001). Segundo a RDC n° 263 de 22 de Setembro de 2005, as farinhas devem conter uma umidade máxima de 15,0% (g/100g), o que é um valor mais elevado que o encontrado neste estudo (4,27%), provavelmente devido ao processo de secagem que as sementes passaram antes de serem moídas.

O teor de cinzas encontrado no alimento está relacionado com o seu conteúdo de minerais, fator importante para a nutrição humana, mas que atribui a farinha uma qualidade inferior para ser utilizada na panificação, uma vez que impacta na diluição das proteínas funcionais, logo a farinha do guandu, por possuir um teor de cinzas alto (> 1%), deve ser usada de forma mais eficiente em outros tipos de produtos como carnes processadas, maionese e molhos para saladas (KAUSHAL *et al.*, 2012; CAUVAIN, 2015 apud MILLAR *et al.*, 2019).

O amido está presente em muitas matérias-primas e alimentos processados sendo um elemento modificador de textura que contribui em muitos aspectos da qualidade dos alimentos (VILLANUEVA *et al.* 2018). O teor de amido encontrado na farinha do feijão guandu neste estudo (32,76%) é semelhante aos encontrados por Olagunju *et al.* (2019), também na farinha de feijão guandu (35,2%) e por Romero & Zang (2019) nas farinhas de grão de bico (*Cicer arietinum*) (39,1%), feijão marinho (*Phaseolus vulgaris* L.) (33,6%), e feijão vermelho (*Phaseolus vulgaris* L.) (34,4%).

6.2 Determinações microbiológicas da farinha do feijão guandu.

Os ensaios microbiológicos da farinha do feijão guandu estão descritos na Tabela 04.

Tabela 4. Análises microbiológicas da Farinha de Feijão guandu (*Cajanus cajan* L.).

DETERMINAÇÕES	VALOR ENCONTRADO	PADRÃO MICROBIOLÓGICO*
CONTAGEM PADRÃO DE MESÓFILOS AERÓBIOS (UFC/G)	<10	10 ³

BOLORES E LEVEDURAS (UFC/G)	<10	5 x 10 ²
SALMONELLA / 25 G	ausência	ausência
COLIFORMES A 45°C (NMP/G)	<3,0	10

*Segundo a Instrução Normativa N° 60 de 23 de Dezembro de 2019. **Fonte:** a autora (2020).

Diante das análises microbiológicas realizadas, observa-se que a farinha do feijão guandu produzida neste estudo está dentro dos padrões de qualidade recomendados pela Instrução Normativa N° 60 de 23 de Dezembro de 2019, demonstrando que não houve nenhuma contaminação desses agentes patogênicos e deteriorantes durante o processo de produção.

6.3 Caracterização física da farinha do feijão guandu.

As análises realizadas para caracterização física da farinha do feijão guandu estão descritas nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Granulometria da farinha do feijão guandu (*Cajanus cajan* L.).

Peneira	Percentual retido
600 µm (28 mesh)	2,50%
500 µm (35 mesh)	25,00%
300 µm (48 mesh)	21,80%
250 µm (60 mesh)	11,60%
180 µm (80 mesh)	16,80%
Base	22,60%

Fonte: a autora (2020).

Karri e Nalluri (2017) observaram que processos de divisão como uso de peneiras muito finas que preservem apenas o conteúdo amiláceo das farinhas, tendem a apresentar uma diminuição no valor nutricional do produto, uma vez que nesses processos partes comestíveis ricas em nutrientes são retiradas.

Na produção da farinha de feijão guandu deste estudo, não foi retirado o tegumento do feijão e os grãos foram triturados integralmente, além disso, esta farinha não possui uma granulometria padrão, apresentando partículas de tamanhos diferentes como pode ser observado na **Tabela 5**. Essas variações interferem em

algumas características da farinha, como a solubilidade, volume de intumescimento, densidade aparente e a capacidade de absorção de água (CAIRANO, *et al.*, 2020; LUHOVYY, *et al.*, 2017).

Tabela 6. Análises físicas da farinha de feijão guandu (*Cajanus cajan* L.).

DETERMINAÇÕES	VALOR ENCONTRADO* \pm DP
SOLUBILIDADE	8,85% \pm 0,23
VOLUME DE INTUMESCIMENTO	3 mL / g \pm 0,02
DENSIDADE APARENTE	0,56 g / mL \pm 0,56
ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (IAA)	3,24 mL / g \pm 0,07
ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÓLEO (IAO)	1,64 g de óleo / g \pm 0,02

*Valores expressos em média \pm desvio padrão (DP). **Fonte:** a autora (2020).

Além da interferência do tamanho das partículas, a solubilidade possui outras variáveis como as propriedades físicas e químicas do soluto e do solvente utilizados, bem como a pressão, temperatura, pH e a presença de outros componentes químicos (AWUCHI; IGWE; ECHETA, 2019).

Um estudo realizado, quanto a solubilidade, com a farinha desengordurada do feijão guandu apresentou valores de solubilidade que variaram entre 13,7-14,5% por terem sido utilizadas variedades diferentes da mesma espécie, já outras leguminosas apresentaram valores maiores como feijão marinho (*Phaseolus vulgaris*) (22%), feijão pinto (*Phaseolus vulgaris*) (21,9%) e feijão preto (*Vigna mungo*) (23,4%) (KAUR, M.; SANDHU, K.S.; SINGH, N., 2007; FELKER, F.C., *et al.*, 2018). Observa-se que alguns fatores podem ter influenciado o aumento da solubilidade, quando comparamos os estudos citados com o realizado (8,85%), como o processo de retirada da gordura presente na farinha, as culturas utilizadas e o próprio método de análise.

O volume de intumescimento se refere a capacidade do amido de reter água e inchar, sobretudo se este for rico em amilopectina (componente ramificado do amido), como também reflete a expansão das forças associativas nos grânulos de amido. Porém, em sistemas heterogêneos, como a farinha, o volume de intumescimento não reflete apenas o conteúdo e a estrutura do amido encontrado, como também demonstra a presença de proteínas, levando em consideração que quantidades de aminoácidos polares, como a treonina encontrada no feijão guandu,

exibem alta afinidade com a água (PIECYK, *et al.*, 2018; AWUCHI; IGWE; ECHETA, 2019).

No estudo realizado por Piercyk *et al.* (2018), o volume de intumescimento foi aferido em faixas de temperaturas que variaram entre 60 e 90°C, diferente do método utilizado neste estudo, que foi realizado apenas na temperatura ambiente (25°C), atingindo um volume de 3,0 mL/g, entretanto eles observaram que a farinha crua de *Lathyrus sativus* apresentou um volume de intumescimento de 2,6 g/g a 60°C e que a partir de 70°C houve um acréscimo deste volume proporcional ao aumento do aquecimento, atingindo valor máximo de 10,2 g/g a 90°C.

A densidade aparente de farinhas de leguminosas apresentou resultados distintos para cada espécie estudada por Cairano *et al.* (2020) que observou no grão de bico (*Cicer arietinum*) (0,55 g/mL), nas lentilhas (0,72 g/mL), ervilhas (0,67 g/mL) e ervilha vermelha (0,84 g/mL) o que ele relacionou com a possível diferença entre granulometrias das sementes e a presença de lipídeos nas suas composições o que também pode ser atribuído a diferença dos resultados obtidos nessas espécies com o encontrado neste estudo na farinha de feijão guandu (0,56 g/mL). Essa alternância entre as densidades também pode estar relacionada com o teor de amido que constitui cada farinha, uma vez que já foi comprovada que existe uma relação proporcional do aumento de amido com o aumento da densidade aparente (AWUCHI; IGWE; ECHETA, 2019).

A capacidade de absorção de água trata-se da quantidade ideal de água absorvida pelos alimentos necessária para se obter a consistência desejável de um produto, sem deixá-lo excessivamente pegajoso para o processamento (AWUCHI; IGWE; ECHETA, 2019). A diminuição da capacidade de absorção de água está relacionada a presença de partículas mais finas devido a estas apresentarem menores carboidratos e maiores quantidades de proteínas e lipídeos quando comparadas com partículas maiores (LUHOVYY, *et al.* 2017; LIN, *et al.* 2020).

Essa diminuição da capacidade de absorção de água também foi vista no estudo de Marchini *et al.* (2020) que observaram que a farinha de lentilha vermelha com granulometrias maiores (160 µm e 200 µm) possuíam maiores valores de absorção de água (1,85 g/g e 1,73 g/g) respectivamente, quando comparadas com uma granulometria menor (< 100 µm) (1,18 g/g). No presente estudo, apesar da variação

no tamanho das partículas, observa-se que o valor com maior percentual é referente a dimensão de 500 μm e a absorção de água identificada foi de 3,24 mL/g, valores que são maiores que o estudo referido anteriormente, porém que demonstram a mesma relação.

O valor de absorção de óleo é proporcional a quantidade de proteína presente no alimento, sendo muito alta em alimentos com altos teores de proteínas, logo, a capacidade das farinhas de leguminosas de se ligarem ao óleo as torna boas opções de matérias-primas para serem utilizadas na elaboração de alguns produtos, como doces e salsichas (AWUCHI; IGWE; ECHETA, 2019). A capacidade de absorção de óleo encontrada neste estudo (1,64 g/g) foi semelhante as encontradas por Cairano *et al.* (2020) nas farinhas de leguminosas como grão de bico (1,71 g/g), ervilha (1,70 g/g) e na lentilha vermelha (1,56 g/g).

6.4 Características físico-químicas do produto tipo hambúrguer de feijão guandu.

As características físico-químicas do produto tipo hambúrguer de feijão guandu estão descritas na tabela 7.

Tabela 7. Composição centesimal do produto tipo hambúrguer à base de feijão guandu cru em 100 g / de produto.

DETERMINAÇÕES	VALOR ENCONTRADO* \pm DP
CINZAS (%)	1,52 % \pm 0,02
UMIDADE (%)	71,48 % \pm 0,18
ATIVIDADE DA ÁGUA	0,96 \pm 0,0 **
PH	5,27 \pm 0,0
LIPÍDEOS (%)	0,61 % \pm 0,05
PROTEÍNAS	7,58 g / 100 g \pm 0,31
CARBOIDRATOS	91,81 g / 100 g
AMIDO (%)	11,48 % \pm 0,36

*Valores expressos em média \pm desvio padrão (DP); **Valor médio de triplicata com temperatura média de 28,1°C. **Fonte:** a autora (2020).

Com o crescimento do mercado de produtos de base vegetal, houve o surgimento de diversas formulações de produtos nomeados como análogos à carne, que levam desde a tradicional proteína de soja texturizada, como proteínas isoladas de ervilhas e trigo, além de fontes de gorduras, amido isolado de batata e muitos outros ingredientes, tornando este um produto ultraprocessado de alto valor calórico (BOHRER, 2019).

Na formulação desenvolvida neste estudo, a maior parte dos ingredientes trata-se de uma base feita a partir do feijão guandu cozido, o farelo de aveia que é rico em fibra alimentar e um potencial substituto de gordura em formulações devido as suas propriedades reológicas e espalhabilidade. Como descrito na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011), polvilho doce, com umidade de 12,6%, 0,4 g/100g de proteína, 86,8 g/100g de carboidrato, 0,2 g/100g de fibra alimentar e 0,2 g/100g de cinzas, além da farinha de feijão guandu produzida e já discutida e temperos naturais como alho, cebola, coentro, pimenta do reino, sal, suco de limão, páprica defumada e shoyo (NEDELJKOVIC, *et al.*, 2017).

A nutrição de proteínas individuais tem suas limitações, sendo necessária a combinação com outros ingredientes de efeito sinérgico, uma vez que a qualidade dos produtos análogos de carne sofre influência da composição da amostra (KUMAR, *et al.*, 2015). Sun *et al.* (2020) acreditam que a incorporação de ingredientes com fibras contribui não somente para a saúde do consumidor, como também para a melhora da textura, aceitabilidade do produto e redução do uso de gorduras na formulação.

Bohrer (2019) comparou algumas formulações dos análogos de carne mais vendidos no ano de 2019 e os valores encontrados para proteínas e lipídeos são bem diferentes dos achados no produto aqui desenvolvido (7,58 g/100g e 0,61% respectivamente), como proteínas que variam de 16,81 a 25 g/100g e lipídeos que vão de 5,63 a 15,93 g/100g. Os valores referidos por Bohrer (2019) estão relacionados com a lista de ingredientes utilizada que geralmente contém proteínas isoladas e uma série de fontes de lipídeos vegetais, mas que também podem conter gordura saturada como o óleo de coco.

O produto aqui elaborado possui um valor de atividade de água alto (0,96), porém esperado devido aos ingredientes utilizados. A FDA (2014) afirma que uma

atividade de água acima de 0,95 fornece umidade suficiente para suportar o crescimento de microorganismos, em alguns casos, podendo ser reduzida a um ponto que iniba o seu crescimento, mas sem sair dos padrões estipulados nos regulamentos uma vez que a atividade de água afeta na estabilidade dos alimentos.

Por se tratar de um produto que é derivado, principalmente, de ingredientes vegetais, é esperado que o mesmo apresente um total de carboidratos e fibra alimentar superiores que os produtos originalmente feitos com carne (BOHRER, 2019).

6.5 Atividade antioxidante, flavonóides e compostos fenólicos

Os compostos fitoquímicos que incluem ácidos fenólicos, terpenos, lignanos e flavonóides são provenientes do metabolismo secundário das plantas, sendo gerados em condições de estresse para protegê-las de fatores bióticos e abióticos como predadores, infecções, estresse hídrico e radiação ultravioleta, mas também estão relacionados com a pigmentação das plantas e com a qualidade de algumas fibras. Esses compostos com atividade antioxidante, atuam diminuindo o dano oxidativo que ocorre nas estruturas biológicas inativando os radicais livres e conseqüentemente, prevenindo ou retardando o dano causado às células do corpo (LIU, HF., *et al.*, 2018; LIU, Z., *et al.*, 2018; GASALY; RIVEROS; GOTTELAND, 2020; LIU, C., *et al.*, 2020).

Entretanto, os fitoquímicos são sensíveis a alguns fatores e quando expostos a eles há redução ou perda desses compostos nos alimentos. Entre as variáveis que podem influenciar na manutenção ou perda dos compostos fenólicos nos grãos de feijão, estão o tempo de imersão e a temperatura da água na qual os grãos são expostos, mas também se observa uma relação com a capacidade de absorção de água da matéria analisada uma vez que alguns desses compostos podem se solubilizar na água. Além disso, verifica-se que o aquecimento durante o processo de cozimento também influencia nesta perda, sendo diretamente proporcional a relação do tempo de cozimento com o aumento do desgaste, mas que também pode variar de acordo com a espécie de feijão estudada (MBA; KWOFIE; NGADI, 2019).

Para as análises de bioatividade realizadas neste estudo, foram feitos três ciclos de extração com solventes diferentes, uma vez que, de acordo com a polaridade e características de cada solvente utilizado, assim como as propriedades físicas e químicas da matriz da amostra analisada, seria possível uma extração mais eficiente dos compostos estudados (ELNOUR, A.A., *et al.*, 2018).

Nos ensaios de flavonóides e compostos fenólicos (**Tabela 8**) pode-se observar que o extrato bruto que obteve melhores resultados foi com a acetona, o que pode estar relacionado com a capacidade deste reagente de retirar compostos intermediários e secundários, além de açúcares que podem se encontrar ligados aos compostos analisados nos alimentos. Já na análise de ATT, observa-se que o extrato bruto com melhor resultado foi o de Metanol, solvente predominante nos estudos de atividade antioxidante (SHARMA; SINGH, A.; SINGH, B., 2018; ARIVIANI; LAINUNA; FAUZA, 2020).

Ainda na tabela 8, quando comparamos os valores na mesma coluna de cada solvente na sua respectiva análise, observamos que no teste de ATT com o solvente acetona, o H1 apresenta a maior atividade antioxidante, provavelmente devido aos ingredientes utilizados na formulação, como o farelo de aveia, vegetais *in natura* e o próprio feijão guandu. Porém, apresenta uma diferença significativa com o produto frito, o que pode estar relacionado com a sensibilidade de alguns compostos ao aquecimento. Essa mesma diferença também é vista no extrato com hexano, porém com o metanol ocorre diferente, o que pode estar relacionado com a capacidade de manutenção de alguns compostos frente ao aquecimento e o aumento da atividade antioxidante decorrente da reação de Maillard (DAVIES-HOES, *et al.*, 2017; RATNASARI; WALTERS; TSOPMO, 2017; ZHOU, *et al.*, 2020).

Tabela 8. Análise da atividade antioxidante, compostos fenólicos e flavonóides na farinha de feijão guandu e no produto tipo hambúrguer cru e frito.

ATT (mg AA. / g ext. seco)	Acetona	Metanol	Hexano
Farinha	28,18 ± 0,78 ^{Bb}	57,17 ± 2,52 ^{Aa}	16,89 ± 0,25 ^{Ca}
H1*	61,94 ± 1,40 ^{Aa}	49,11 ± 1,06 ^{Bb}	18,27 ± 1,28 ^{Ca}
H2**	20,00 ± 0,68 ^{Bc}	49,72 ± 1,59 ^{Ab}	6,23 ± 0,46 ^{Cb}
-	-	-	-

Flavonóides (mg QE. / g ext. seco)	Acetona	Metanol	Hexano
Farinha	10,82 ± 0,41 ^{Aa}	0,76 ± 0,39 ^{Cb}	2,92 ± 0,88 ^{Ba}
H1	4,76 ± 0,22 ^{Ac}	1,24 ± 0,05 ^{Ba}	1,57 ± 0,34 ^{Bb}
H2	6,74 ± 0,14 ^{Ab}	1,19 ± 0,04 ^{Bab}	1,34 ± 0,03 ^{Bb}
-	-	-	-
Fenólicos (mg GAE / g ext. seco)	Acetona	Metanol	Hexano
Farinha	22,96 ± 2,03 ^{Aa}	11,56 ± 0,4 ^{Ba}	3,86 ± 0,39 ^{Ca}
H1	14,17 ± 1,03 ^{Ab}	5,67 ± 0,25 ^{Bb}	2,92 ± 0,08 ^{Cb}
H2	10,53 ± 0,25 ^{Ac}	5,49 ± 0,42 ^{Bb}	0,10 ± 0,06 ^{Cc}

Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). *H1: produto tipo hambúrguer cru; **H2: produto tipo hambúrguer frito. A – C presentes na mesma linha com diferentes letras maiúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$); a – c presentes na mesma coluna com diferentes letras minúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$). **Fonte:** a autora (2021).

Nos ensaios de compostos fenólicos e flavonóides, observa-se que as amostras entre os solventes são significativamente diferentes, exceto as amostras de H1 e H2 nos extratos metanólico e com hexano de flavonóides. Já comparando cada coluna, observa-se uma redução dos compostos estudados com o aquecimento, exceto nas amostras H1 e H2 com acetona no ensaio de flavonóides o que, assim como a atividade antioxidante, também pode sofrer influência da reação de Maillard. Reações semelhantes, tanto de perda desses compostos, como de manutenção são observadas em alguns estudos que identificaram como cada substância reage diante da exposição a altas temperaturas (DAVIES-HOES, *et al.*, 2017; PARK; LEE, 2021).

No estudo realizado por Rani *et al.* (2014), com a semente do feijão guandu, após ter passado por cozimento a 100°C e secagem a 55°C, utilizando o Metanol como solvente para o preparo do extrato, obteve-se uma composição de compostos fenólicos de 9,44 mg GAE / g extrato, valor que fica abaixo do encontrado no presente estudo (11,56 mg GAE / g extrato); algo semelhante também foi visto por Sharma; Singh, A e Singh, B. (2018) que analisaram os compostos fenólicos da farinha de feijão guandu no extrato metanólico acidificado com HCL e obtiveram o valor de 6,15 mg GAE / g extrato.

Sharma; Singh, A e Singh, B. (2018) também avaliaram a presença de flavonóides nos mesmos extratos utilizados para fenólicos, e obtiveram o valor de 43,43 mg QE/100g que, quando convertidos a mesma medida usada no presente estudo, ficam 0,4343 mg QE/g de extrato, valor próximo do aqui encontrado no extrato metanólico (0,76 mg QE/g de extrato seco). Ariviani; Lainuna e Fauza (2020) também avaliando a composição de flavonóides na farinha de feijão guandu com extrato de metanol: água destilada (80:20 v/v) obtiveram 314,08 μ M QE/ g de extrato seco (que convertidos, equivalem a 0,314 mg QE/g de extrato seco) valor do encontrado neste estudo.

Observa-se que as diferenças dos resultados encontrados tanto em compostos fenólicos, como em flavonóides, também podem estar relacionadas ao método de preparo da amostra, se houve ou não imersão, cozimento, tempo e temperatura utilizados na secagem dos grãos, se as farinhas foram peneiradas, retirando assim partes do tegumento, região onde se encontram maior parte de compostos bioativos, o próprio método de extração e a variedade e local de onde foram retirados os feijões (MBA; KWOFIE; NGADI, 2019).

7 CONCLUSÕES

Diante do exposto, observa-se que a farinha de guandu desenvolvida neste estudo possui uma boa quantidade de proteína, além de características que favorecem a sua aplicação em produtos alimentícios, como absorção de água e óleo e o volume de intumescimento, porém apresenta uma baixa solubilidade quando comparada com outras leguminosas, o que pode limitar o seu uso, a depender do tipo de produto em que se deseja aplicá-la. Sendo necessários maiores estudos sobre suas formas de aplicação nos alimentos. Também foi observado que a farinha desenvolvida estava segura para o consumo, segundo padrões microbiológicos.

Foi observado que tanto a farinha de feijão guandu, como o produto elaborado cru e frito, possuem compostos fenólicos, flavonóides e atividade antioxidante que vão variar entre as amostras e solventes utilizados, mas que indicam possíveis benefícios a saúde do consumidor, que vão além do valor nutritivo do alimento em si.

O produto tipo hambúrguer feito a base de feijão guandu não apresentou uma quantidade expressiva de proteína, mas possui um conteúdo baixo de lipídeos e é rico em carboidratos, o que é uma característica dos produtos de base vegetal, não podendo ser considerado como uma opção que pode representar uma fonte proteica na dieta, porém ainda é um produto com bom perfil nutricional para ser consumido.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. A., *et al.* Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**, Peoria, p. 4-12, 01 de Janeiro de 1970.

ARIVIANI, S.; LAINUNA, N.; FAUZA, G. The potential of NaCl elicitation on improving antioxidant capacity and functional properties of sprouted pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour. **AIP Conference Proceedings**, Indonésia, 05 de Maio de 2020.

ASIF, M., *et al.* Application and opportunities of pulses in food system: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, London, p. 1168-1179, 05 de Setembro de 2013.

AWUCHI, C.G.; IGWE, V.S.; ECHETA, C.K. The functional properties of foods and flours. **International Journal of Advanced Academic Research**, Uganda, Novembro de 2019.

BAR-EL DADON, S.; ABBO, S.; REIFEN, R. Leveraging traditional crops for better nutrition and health – the case of chickpea. **Trends in Food Science & Technology**, Israel, p.39-47, 08 de Abril de 2017.

BARROS, L.F.T.; ESCOBAR, T.D.; RIBEIRO, P.F.A.; KAMINSKI, T.A. Muffins adicionados de farinha de feijão de diferentes classes. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, 20 de Agosto de 2018.

BEDIN, E., *et al.* Vegan foods: Mimic meat products in the Italian market. **International Journal Gastronomy and Food Science**, Italy, p.1–9, 27 de Abril de 2018.

BOHRER, B.M. Na investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. **Food Science and Human Wellness**, Ontario, Canada, p. 320-329, 22 de Novembro de 2019.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000**. Ministério da agricultura e do abastecimento. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2020/09/IN-MAPA-n%C2%BA-20-de-31-de-julho-de-2000.pdf>>. Acesso em: 11 de Janeiro de 2021.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 263, de 22 de Setembro de 2005**. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Brasília, 2005. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html>. Acesso em: 11 de Janeiro de 2021.

BRASIL, **Instrução Normativa nº 60, de 23 de Dezembro de 2019**. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Padrões microbiológicos para os

alimentos e sua aplicação. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>>. Acesso em: 11 de Janeiro de 2021.

BRASIL, **Resolução – RDC N° 331, de 23 de Dezembro de 2019**. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Padrões microbiológicos para os alimentos e sua aplicação. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-235332272>> .Acesso em: 11 de Janeiro de 2021.

CAIRANO, M.D. *et al.* Functional properties and predicted glycemic index of gluten free cereal, pseudocereal and legume flours. **Food Science and Technology**, Italy, 28 de Julho de 2020.

CAMPOS, A.P.P.; JÚNIOR, N.P.S.; DE SÁ, F.M.P. Propriedades Funcionais do Amido do Feijão Andú (*Cajanus cajan L.*) Nativo e Modificado por Succinilação. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, Ariquemes, p.99–112, 30 de Junho de 2014.

DAVID-HOES, L., *et al.* Effect of pea flours with different particle sizes on antioxidant activity in pan breads. **Cereal Chemistry**, Canadá, 07 de Julho de 2017.

DEDEURWAERDERE, T. *et al.* The governance features of social enterprise and social network activities of collective food buying groups. **Ecological Economics**, Belgium, p. 123-135, 23 de Abril de 2017.

ELNOU, A.A., *et al.* Challenges of extraction techniques of natural antioxidants and their potential application opportunities as anti-cancer agents. **Health Science Journal**, Malaysia, p. 1-25, 29 de Outubro de 2018.

EL-SOHAIFY, S., *et al.* Physicochemical, texture and sensorial evaluation of pasta enriched with chickpea flour and protein isolate. **Annals of Agricultural Sciences**, Egypt, p. 28-34, 05 de Junho de 2020.

EURISPES. **Rapporto Italia**. Italy, 2017. Disponível em:<<https://eurispes.eu/news/eurispes-rapporto-italia-2017-comunicato-stampa/>>. Acesso em: 11 de Janeiro de 2021.

FARIS, D.,G.; SINGH, U. International crops research for the semi-arid tropics, patanchera, andhra pradesh 502 324, Índia. **CAB international**, Wallingford, p. 401-433, 1990.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2008. Disponível em:< <http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 11 de Janeiro de 2021.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Pulses: innovations from the field to the cooking pot. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i6621e.pdf>>. Acesso em: 11 de Janeiro de 2021.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of Food and Agriculture: Climate change, agriculture and food security. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/publications/sofa/2016/en/>>. Acesso em: 11 de Janeiro de 2021.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#compare>>. Acesso: 11 de Maio de 2020.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The global economy of pulses, Roma, 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i7108en/i7108en.pdf>>. Acesso em: 03 de Dezembro de 2020.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT), 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso: 20 de Setembro de 2019.

Food & Drug Administration (FDA). Water activity (aw) in foods. Dept. of health, education, and welfare public health service, 2014. Disponível em: <<https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods>>. Acesso em: 03 de Dezembro de 2020.

FELKER, F.C., *et al.* Comparison of properties of raw pulse flours with those of jet-cooked, drum-dried flours. **LWT – Food Science and Technology**, Peoria, USA, p. 648-656, 11 de Junho de 2018.

GAI, Q.Y., *et al.* Simultaneous quantification of eleven bioactive phenolic compounds in pigeon pea natural resources and *in vitro* cultures by ultra-high performance liquid chromatography coupled with triple quadrupole mass spectrometry. **Food Chemistry**, China, 15 de Janeiro de 2021.

GASALY, N.; RIVEROS, K.; GOTTELAND, M. Fitoquímicos: una nueva clase de prebióticos. **Revista Chilena de Nutrição**, Santiago, Chile, p. 317-327, Abril de 2020.

Impossible Foods. **Insights report: kids in the kitchen**. USA, 2019. Disponível em: <https://impossiblefoods.com/insights/generationaltrends/?utm_source=IF+Website+Mailing+List&utm_campaign=615db3c72e-EMAIL_CAMPAIGN_2019_01_08_07_56_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_1637899ca5-615db3c72e-136930609>. Acesso em: 09 de out. de 2019.

International Crops Research Institute For The Semi-Arid Tropics, 2020. Disponível em: <<http://exploreit.icrisat.org/profile/Pigeonpea/279>>. Acesso em: 26 de agosto de 2020.

Instituto Adolfo Lutz (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KANCHANAPIBOON, J. et al. Boesenbergia rotunda extract inhibits *Candida albicans* biofilm formation by pinostrobin and pinocembrin. **Journal of Ethnopharmacology**, Thailand, p. 113-193, 27 de Julho de 2020.

KARRI, V.R.; NALLURI, N. Pigeon Pea (*Cajanus cajan* L.) by-products as potent natural resource to produce protein rich edible food products. **International Journal Current: Agricultural Sciences**, India, p. 229-236, 28 de Julho de 2017.

KAUR, M.; SANDHU, K.S.; SINGH, N. Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (*Pisum sativum* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) cultivars. **Food Chemistry**, India, p. 259-267, 05 de Janeiro de 2007.

KAUSHAL, P.; KUMAR, V.; SHARMA, H.K. Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) flour, pigeonpea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. **LWT - Food Science Technology**, India, p. 59–68, 24 de Fevereiro de 2012.

KUMAR, P., et al. Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, London, p. 923-932, 21 de Abril de 2015.

LEWIS, C.S. **Os quatro amores**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Thomas Nelson, 2017.

LIMA, J.R.; et al. Vegetal burgers of cashew fiber and cowpea: formulation, characterization and stability during frozen storage. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, Ceará, p.708–714, Outubro de 2018.

LIU, C., et al. Metabolic and transcriptomic analysis related to flavonoid biosynthesis during the color formation of *Michelia crassipes* tepal. **Plant Physiology and Biochemistry**, China, p. 938-951, 29 de Julho de 2020.

LIN, S. et al. Whole-wheat flour particle size influences dough properties, bread structure and *in vitro* starch digestibility. **Food Functional**, China, p. 3610-3620, 23 de Março de 2020.

LIU, HF. et al. Flavonoid biosynthesis controls fiber color in naturally colored cotton. **Peer J**. China, 18 de Abril de 2018.

LIU, Z. et al. Role of ROS and Nutritional Antioxidants in Human Diseases. **Frontiers in Physiology**, China, 17 de Maio de 2018.

LUIGIA, D.S. New Protein Sources: Novel Foods. **Encyclopedia of Food Science and Sustainability**, Itália, p. 276-279, 16 de Novembro de 2018.

- LUHOVYY, B.L. The effect of navy bean flour particle size on carbohydrate digestion rate measured *in vitro*. **Cereal Foods World**, p. 208-213, Agosto de 2017.
- MAPHOSA, Y.; JIDEANI, A.V. **The role of legumes in human nutrition**. Intech open science, Africa, 02 de Agosto de 2017.
- MARCHINI, M. *et al.* The use of red lentil flour in bakery products: how do particle size and substitution level affect rheological properties of wheat bread dough? **Food Science and Technology**, Italy, p. 110-299, 29 de Setembro de 2020.
- MATSUO, R. R.; DEXTER, J. E. Relationship between some durum wheat physical characteristics and semolina milling properties. **Canadian Journal of Plant Science**, Canada, p. 49-53, 01 de Janeiro de 1980.
- MBA, O.I.; KWOFIE, E.M.; NGADI, M. Kinetic modelling of polyphenol degradation during common beans soaking and cooking. **Heliyon**, Québec, Canadá, Maio de 2019.
- MILLAR, K.A., *et al.* Dough properties and baking characteristics of white bread, as affected by addition of raw, germinated and toasted pea flour. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Dublin, 02 de Julho de 2019.
- MILLAR, K.A., *et al.* Proximate composition and anti-nutritional factors of fava-bean (*Vicia faba*), green-pea and yellow-pea (*Pisum sativum*) flour. **Journal of Food Composition and Analysis**, Dublin, p. 103-233, 14 de Junho de 2019.
- MISHRA, S. N., *et al.* Assessment of different priming methods for seed quality parameters in pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) seeds. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, India, p. 522-526, 30 de Abril de 2017.
- Mordor Intelligence. **Meat Substitutes Market – Growth, trends, and forecast (2020-2025)**. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/meat-substitute-market>>. Acesso em: 26 de ago de 2020.
- NEDELJKOVIC, N., *et al.* Partial replacement of fat with oat and wheat bran gels: Optimization study based on rheological and textural properties. **Food Science and Technology**, Serbia, p. 377-384, 02 de Agosto de 2017.
- NWANEKEZI, E.C.; UBBAONU, C.N.; ARUKWE, D.C. Effect of combined processing methods on the proximate and mineral composition of Pigeon Pea (*Cajanus cajan*) flour. **International Journal of Food Science and Biotechnology**, Nigeria, p. 73-79, 15 de Junho de 2017.
- OLAGUNJU, A.I. *et al.* Influence of acetylation on physicochemical and morphological characteristics of pigeon pea starch. **Food Hydrocolloids**, Canada, p. 105-424, 05 de Outubro de 2019.

OLIVEIRA, F.G.S., *et al.* Photoprotective activity and HPLC-MS-ESI-IT profile of flavonoids from the barks of *Hymenaeamartiana Hayne* (Fabaceae): development of optical formulations containing the hydroalcoholic extract. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, Brazil, p. 504-516, 25 de Março de 2021.

PARK, M.; LEE, K.G. Effect of roasting temperature and time on volatile compounds, total polyphenols, total flavonoids, and lignan of omija (*Schisandra chinensis* Baillon) fruit extract. **Food Chemistry**, Korea, 15 de Fevereiro de 2021.

PAULA, G.T., *et al.* Desenvolvimento de uma formulação do “tipo hambúrguer” de okara com shiitake. **Semioses: inovação, desenvolvimento e sustentabilidade**, Rio de Janeiro, Brazil, p.33-46, 12 de Março de 2019.

Plant Based Foods Association. **Retail Sales Data 2018**. São Francisco, USA, 2018. Disponível em: < <https://plantbasedfoods.org/marketplace/retail-sales-data-2018/>>. Acesso em: 26 de ago de 2020.

PIECYK, M. *et al.* Effect of different processes on composition, properties and in vitro starch digestibility of grass pea flour. **Journal of Food Measurement and Characterization**, Poland, p. 848-856, 15 de Março de 2019.

PRAZERES, L.D.K.T. *et al.* Antioxidant and antiulcerogenic activity of the dry extract of pods of *Libilibia ferrea* Mart. ex Tul. (Fabaceae). **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, Brazil, 20 de Novembro de 2019.

RAMÍREZ-JIMÉNEZ, A.K., *et al.* Functional properties and sensory value of snack bars added with common bean flour as a source of bioactive compounds. **LWT – Food Science and Technology**, México, p. 674-680, 20 de Novembro de 2017.

RANI, S., *et al.* Screening of pigeonpea (*Cajanus cajan* L.) seeds for study of their flavonoids, total phenolic content and antioxidant properties. **International Journal Pharmaceutical Sciences Review Research**, India, p.90–94, 30 de Setembro de 2014.

RATNASARI, N.; WALTERS, M.; TSOPMO, A. Antioxidant and lipoxygenase activities of polyphenol extracts from oat brans treated with polysaccharide degrading enzymes. **Heliyon**, Canadá, 5 de Julho de 2017.

Roy Morgan Research. **The slow but steady rise of vegetarianism in Australia**. Austrália, 2016. Disponível em: <<http://www.roymorgan.com/findings/vegetarianisms-slow-but-steady-rise-in-australia-201608151105>>. Acesso em: 12 de Janeiro de 2021.

RODEL, W. Water activity and its measurement in food. *In*: ROGERS, E.K.; BRIMELOW, C.J.B. **Instrumentation and sensors for the food industry**. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, New Zealand, p. 453-483, 03 de Outubro de 2001.

ROMERO, H.M.; ZANG, Y. Physicochemical properties and rheological behavior of flours and starches from four bean varieties for gluten-free pasta formulation. **Journal of Agriculture and Food Research**, USA, 02 de Novembro de 2019.

RON, A., *et al.* Editorial: Protein Crops: Food and Feed for the Future. **Frontiers in Plant Science**, Spain, p. 6–9, 06 de Fevereiro de 2017.

SAXENA, K.B.; KUMAR, R.V.; SULTANA, R. Quality nutrition through pigeonpea—a review. **Health (Irvine Calif)**, India, p.1335–1344, 24 de Maio de 2010.

SCHOSLER, H.; BOER, J.; BOERSEMA, J.J. Can we cut out the meat of the dish? Constructing consumer-oriented pathways towards meat substitution. **Appetite**, Amsterdam, p.39–47, 01 de Outubro de 2011.

SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [Glycine Max (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Brazil, v. 12, n. 2, 04 de Junho de 2009.

SHARMA, P.; GUJRAL, H.S.; & ROSELL, C.M. Effects os roasting on barleyb-glucan, termal, textural and pasting properties. **Journal of Cereal Science**, India, p. 25-30, Janeiro de 2011.

SHARMA, S.; SINGH, A.; SINGH, B. Characterization of in vitro antioxidant activity, bioactive components, and nutrient digestibility in pigeon pea (*Cajanus cajan*) as influenced by germination time and temperature. *Journal of Food Biochemistry*, Índia, p. 1-13, 2 de Outubro de 2018.

SHURTLEFF, W.; AOYAGI, A. **History of meat alternatives (965 CE to 2014): Extensively annotated bibliography and sourcebook**. Lafayette (USA): Soyinfo Center, 17 de Dezembro de 2014.

SILVA, N., *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5a. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

SOLOMON, S.G.; OKOMODA, V.T.; ODA, S.O. Nutritional value of toasted pigeon pea, *Cajanus cajan* seed and its utilization in the diet of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. **Aquaculture Reports**, Nigéria, p. 34–39, 03 de Junho de 2017.

SONG, Z., *et al.* Genome-wide identification and characterization of UGT family in pigeonpea (*Cajanus cajan*) and expression analysis in abiotic stress. **Trees – Structure and Function**, China, p. 987-1002, 07 de Março de 2019.

SUMMO, C., *et al.* The effects of the type of cereal on the chemical and textural properties and on the consumer acceptance of pre-cooked, legume-based burgers. **LWT – Food Science and Technology**, Italy, p. 290-296, Janeiro de 2016.

SUN, C., *et al.* Processing, quality, safety, and acceptance of meat analogue products. **Engineering**, China, 29 de Outubro de 2020.

Tabela brasileira de composição de alimentos. NEPA – Núcleo de Estudos e pesquisas em alimentação, UNICAMP. 4° Ed. Rev. e ampl. - Campinas, 161p., 2011.

TAPAL, A., *et al.* Nutraceutical protein isolate from pigeon pea (*Cajanus cajan*) milling waste by-product: functional aspects and digestibility. **Food Functional**, India, p. 2710-2719, 16 de Abril de 2019.

VAN KERNEBEEK, H.R.J., *et al.* The effect of nutritional quality on comparing environmental impacts of human diets. **Journal of Cleaner Production**, Netherlands, p. 88-79, 15 de Junho de 2014.

VAN MIERLO, K.; ROHMER, S.; GERDESSEN, J.C. A model for composing meat replacers: Reducing the environmental impact of our food consumption pattern while retaining its nutritional value. **Journal of Cleaner Production**, Netherland, p.930–950, 13 de Julho de 2017.

VILLANUEVA, M., *et al.* Impact of acidification and protein fortification on rheological and thermal properties of wheat, corn, potato and tapioca starch-based blended matrices. **Food Science and Technology**, Spain, p. 446-454, 29 de Maio de 2018.

XU, H. *et al.* Neuroprotective effect of cajaninstilbene acid against cerebral ischemia and reperfusion damages by activating AMPK/Nrf2 pathway. **Journal of Advanced Research**, China, 23 de Julho de 2020.

ZHOU, Y., *et al.* UPLC-ESI-MS/MS based identification and antioxidant, antibacterial, cytotoxic activities of aqueous extracts from storey onion (*Allium cepa* L. var. *proliferum* Regel). **Food Research International**, China, 28 de Dezembro de 2019.