

Produção da farinha de banana verde (*Musa spp.*) enriquecida com amendoim torrado e fécula de mandioca

Production of green banana flour (*Musa spp.*) enriched with roasted peanut and cassava starch

Brígida John Joseph Makasi¹

Armando Mateus Moiana²

RESUMO

A banana (*Musa spp.*) apresenta elevado potencial nutricional, destacando-se pelo conteúdo de minerais e amido resistente, constituindo uma matéria-prima de interesse para o desenvolvimento de produtos alimentares. Nesse contexto, o enriquecimento da farinha de banana verde com outras matérias-primas pode contribuir para a melhoria do seu valor nutricional e para a valorização de recursos locais. O presente trabalho teve como objetivo produzir farinha de banana verde enriquecida com amendoim torrado e fécula de mandioca e avaliar os teores de proteína e fibra bruta das formulações obtidas. Para tanto, foram elaboradas quatro formulações (F0 a F3), com três repetições cada. O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, enquanto o teor de fibra bruta foi determinado pelo método gravimétrico. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey, ao nível de significância de 5%. Os resultados demonstraram teores de proteína de 2,13%, 3,20%, 1,93% e 3,70% para F0, F1, F2 e F3, respectivamente, e teores de fibra bruta de 1,32%, 3,00%, 2,29% e 2,01%, respectivamente. Conclui-se que o enriquecimento da farinha de banana verde possibilitou a obtenção de formulações com diferentes teores de proteína e fibra, destacando-se F3 pelo maior teor proteico e F1 pelo maior teor de fibra bruta. A combinação das matérias-primas apresenta potencial para o desenvolvimento de produtos alimentares nutricionalmente enriquecidos e para a diversificação alimentar.

¹ Licenciada em Agroprocessamento, Universidade Licungo, Quelimane, Zambézia, Moçambique.
E-mail: brigidajohnjosephm@gmail.com <https://orcid.org/0009-0003-5943-7303>

² Mestre em Comércio, Jain University, Bangalore, Karnataka, Índia.
E-mail: carmandomateus@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-3785-0909>

Palavras-chave: Farinha de banana verde. Amendoim torrado. Fécula de mandioca. Proteína. Fibra bruta.

ABSTRACT

Green banana (*Musa spp.*) has high nutritional potential, particularly due to its mineral and resistant starch contents, making it a valuable raw material for the development of food products. In this context, enriching green banana flour with other raw materials may contribute to improving its nutritional value and promoting the valorization of local resources. This study aimed to produce green banana flour enriched with roasted peanut and cassava starch and to evaluate the protein and crude fiber contents of the resulting formulations. Four formulations (F0–F3) were prepared, with three replicates each. Protein content was determined using the Kjeldahl method, while crude fiber content was determined by the gravimetric method. The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's test, at a 5% significance level. The results showed protein contents of 2.13%, 3.20%, 1.93%, and 3.70% for F0, F1, F2, and F3, respectively, and crude fiber contents of 1.32%, 3.00%, 2.29%, and 2.01%, respectively. It was concluded that enriching green banana flour enabled the development of formulations with different protein and fiber contents, with F3 showing the highest protein content and F1 the highest crude fiber content. The combination of these raw materials shows potential for the development of nutritionally enriched food products and dietary diversification.

Keywords: Green banana flour. Roasted peanuts. Cassava starch. Protein. Crude fiber.

INTRODUÇÃO

A busca por alternativas alimentares acessíveis, nutritivas e baseadas em matérias-primas agrícolas disponíveis localmente tem impulsionado o desenvolvimento de produtos alimentares com maior valor acrescentado. Em Moçambique, a valorização de matérias-primas de origem agrícola apresenta particular relevância diante dos desafios relacionados com a insegurança alimentar, a pobreza e as limitações no acesso regular a alimentos nutricionalmente adequados. De acordo com o SETSAN (2023, p. 15), cerca de 10% da população enfrentou níveis de insegurança alimentar aguda, enquanto o IPC (2023, p. 6) indica que mais de três milhões de pessoas vivem em situação de privação alimentar. Entre as consequências desses desafios encontra-se a má nutrição, incluindo a desnutrição,

caracterizada por desequilíbrios na ingestão de energia e nutrientes essenciais ao organismo (OMS, 2021). Em Moçambique, a problemática apresenta maior expressão em algumas províncias, destacando-se a Zambézia, Nampula e Cabo Delgado, onde são registadas elevadas prevalências de desnutrição em crianças menores de cinco anos (IDS, 2022; INS).

Neste contexto, o aproveitamento e a transformação de matérias-primas agrícolas disponíveis localmente constituem estratégias relevantes para a diversificação alimentar e o desenvolvimento de produtos com características nutricionais diferenciadas. Entre essas matérias-primas, destaca-se a banana (*Musa spp.*), particularmente no estágio verde, que apresenta elevado teor de amido, incluindo amido resistente, e presença de fibras alimentares. A menor conversão do amido em açúcares simples durante o estágio imaturo confere à banana verde características nutricionais e funcionais de interesse para o desenvolvimento de produtos alimentares (Bezerra, 2013, p. 665).

A farinha de banana verde é obtida principalmente por meio da secagem e moagem do fruto ainda imaturo, permitindo prolongar a sua conservação e facilitar a sua utilização como ingrediente em diferentes produtos alimentares. Além disso, o processamento na forma de farinha possibilita o aproveitamento da matéria-prima e a manutenção de parte das características associadas ao amido resistente (Oliveira, 2022, p. 21). Estudos têm evidenciado o potencial da farinha de banana verde como fonte de fibras e ingrediente funcional, embora a sua utilização isolada apresente limitações, particularmente relacionadas com o reduzido teor de proteína e com determinadas características tecnológicas e sensoriais (Khoza et al., 2021, p. 2–4; Espinoza-Espinoza et al., 2023; Massingue Júnior et al., 2023).

A utilização de outras matérias-primas na composição de farinhas pode contribuir para modificar e diversificar o seu perfil nutricional. O amendoim (*Arachis hypogaea L.*) destaca-se pelo seu conteúdo de proteínas, lípidos, fibras, vitaminas e minerais, constituindo uma matéria-prima com potencial para complementar formulações à base de produtos amiláceos (Santos et al., 2021). A utilização do amendoim na forma torrada pode ainda favorecer características sensoriais desejáveis, como aroma, sabor e coloração, aumentando o seu potencial de aplicação em produtos alimentares. Assim, a incorporação da farinha de amendoim torrado em formulações à base de banana verde pode contribuir para modificar a composição nutricional, particularmente o teor proteico.

Por sua vez, a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) constitui uma importante matéria-prima agrícola nas regiões tropicais e apresenta elevado teor de amido. A fécula de mandioca é amplamente utilizada na indústria alimentar devido às suas propriedades funcionais e

constitui um ingrediente predominantemente amiláceo, com reduzido teor proteico. A sua utilização em combinação com outras matérias-primas permite obter diferentes proporções entre os componentes das formulações, podendo influenciar as características nutricionais e tecnológicas do produto final (Queiroz e Souza, 2020, p. 3).

A combinação da farinha de banana verde com farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca pode, portanto, constituir uma estratégia para o aproveitamento integrado dessas matérias-primas e para o desenvolvimento de farinhas compostas com diferentes características nutricionais. A utilização de ingredientes com composições distintas permite estabelecer diferentes proporções nas formulações e, consequentemente, avaliar a influência dessas combinações sobre determinados componentes nutricionais. Nesse sentido, a avaliação dos teores de proteína e fibra bruta é relevante para caracterizar as formulações obtidas e verificar as diferenças decorrentes das proporções utilizadas.

Apesar do potencial individual da banana verde, do amendoim e da mandioca, a composição nutricional de uma farinha composta não depende exclusivamente de uma única matéria-prima, mas da proporção e da combinação dos ingredientes utilizados. Dessa forma, torna-se necessário avaliar experimentalmente como diferentes combinações de farinha de banana verde, farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca influenciam os teores de proteína e fibra bruta das formulações desenvolvidas. Essa avaliação permite identificar diferenças entre as formulações e estabelecer quais combinações apresentam maiores valores para os parâmetros nutricionais analisados.

Embora essas matérias-primas apresentem potencial para utilização em produtos alimentares, são necessários estudos que avaliem experimentalmente o efeito das diferentes proporções de farinha de banana verde, farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca sobre a composição nutricional das misturas. No contexto deste estudo, a caracterização dos teores de proteína e fibra bruta permite contribuir para o conhecimento sobre o comportamento dessas matérias-primas quando combinadas em diferentes proporções, além de fornecer informações para o desenvolvimento de farinhas compostas destinadas a futuras aplicações alimentares.

Diante disso, o presente estudo procura responder à seguinte questão de pesquisa: **Quais são as diferenças nos teores de proteína e fibra bruta entre as diferentes formulações de farinha de banana verde enriquecida com farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca?**

Assim, o estudo teve como objetivo produzir farinha de banana verde enriquecida com farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca e determinar os teores de proteína e fibra bruta das

formulações obtidas, permitindo comparar os resultados entre as diferentes combinações de matérias-primas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Banana verde e farinha de banana verde

A banana (*Musa spp.*) destaca-se pelo seu valor nutricional e funcional, constituindo uma importante fonte de minerais, compostos fenólicos e carboidratos complexos. Entre os minerais presentes destacam-se o potássio, cálcio, fósforo e magnésio, enquanto os compostos bioativos, particularmente os fenólicos, apresentam atividade antioxidante e estão associados à proteção contra alterações relacionadas ao stresse oxidativo ((Bezerra, 2013, p. 665).

No estágio verde de maturação, a banana apresenta características composicionais distintas das observadas no fruto maduro, principalmente devido à elevada concentração de amido. Segundo Marta et al. 2022, p. 2), o amido pode representar aproximadamente 70% a 80% da matéria seca da banana verde, estando uma parte significativa associada à fração de amido resistente. Este componente apresenta importância nutricional e funcional, uma vez que não é completamente digerido no intestino delgado. A elevada concentração de amido resistente confere à banana verde potencial para utilização no desenvolvimento de produtos alimentares com características funcionais.

A farinha de banana verde é obtida pela secagem e moagem do fruto ainda no estágio verde, permitindo a conservação de componentes como amido resistente, fibras, vitaminas e minerais . Do ponto de vista nutricional, a farinha de banana verde apresenta minerais como potássio, magnésio, fósforo, ferro e cálcio, além de vitaminas e baixo teor de gordura (Rodrigues, 2022, p. 44). Adicionalmente, Khoza, Kayitesi e Dlamini (2021, p. 10) referem que as farinhas de banana verde apresentam atividade antioxidante associada ao seu conteúdo de compostos fenólicos, evidenciando o seu potencial como ingrediente funcional no desenvolvimento de alimentos com propriedades promotoras da saúde.

Apesar dessas propriedades, a farinha de banana verde apresenta limitações nutricionais, sobretudo relacionadas ao seu teor e qualidade proteica. Essa característica constitui um dos principais argumentos para a utilização de outras matérias-primas na composição de farinhas compostas. Nesse sentido, a incorporação de ingredientes com maior densidade proteica pode

complementar o perfil nutricional da farinha de banana verde e ampliar a sua utilização em produtos alimentares.

Amendoim

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa de ampla utilização alimentar e apresenta elevado valor nutricional. Originário da América do Sul, o seu cultivo expandiu-se para diferentes regiões do mundo, tornando-se uma cultura importante tanto para a alimentação humana como para a geração de rendimento (Çiftçi & Suna, 2022, p. 3).

A composição nutricional do amendoim caracteriza-se pela presença significativa de lípidos, proteínas e fibras alimentares. Segundo (Bonku & Yu, 2020 p.22; Taveira, 2024), o amendoim apresenta elevada proporção de lípidos, predominantemente constituídos por ácidos gordos monoinsaturados. Além disso, contém micronutrientes como vitamina E, niacina, folato, magnésio, zinco e ferro, bem como compostos bioativos, incluindo polifenóis, fitoesteróis e resveratrol.

Entre as características do amendoim que apresentam maior relevância para o presente estudo destaca-se o seu conteúdo proteico. A proteína constitui um nutriente essencial para o organismo, participando de processos estruturais, metabólicos e regulatórios. Dessa forma, a utilização de uma matéria-prima rica em proteínas, como o amendoim, pode ser uma estratégia para complementar a composição nutricional de produtos elaborados predominantemente com matérias-primas amiláceas.

A torrefação é uma operação utilizada no processamento do amendoim e pode modificar algumas das suas características sensoriais e tecnológicas. O tratamento térmico favorece o desenvolvimento do aroma e das características de sabor, tornando o produto mais adequado para diferentes aplicações alimentares. Assim, o amendoim torrado apresenta potencial para utilização como ingrediente de enriquecimento em formulações à base de farinha de banana verde.

Fécula de mandioca e sua aplicação em formulações alimentares

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura de grande importância nas regiões tropicais e subtropicais, desempenhando papel relevante na alimentação e na

segurança alimentar (Oliveira et al., 2021). A raiz pode ser transformada em diferentes produtos, entre os quais se destacam a farinha e a fécula.

A fécula de mandioca constitui um produto amiláceo obtido pela extração do amido presente nas raízes. O processamento envolve operações destinadas à separação do amido das fibras e de outras frações da matéria-prima, resultando num ingrediente de elevado conteúdo de carboidratos. Segundo Silva et al. (2019, p. 95-105), o processamento da mandioca caracteriza-se por relativa simplicidade tecnológica, embora apresente variações de rendimento que podem situar-se entre 25% e 30%, dependendo das condições da matéria-prima e do processamento.

Na formulação de produtos alimentares, a fécula de mandioca apresenta interesse principalmente pelas suas propriedades tecnológicas. Por ser um ingrediente predominantemente amiláceo, pode contribuir para características relacionadas com estrutura, textura e consistência dos produtos. Assim, a sua incorporação numa farinha composta pode complementar as características da banana verde e do amendoim, contribuindo para a obtenção de uma matriz alimentar com propriedades diferenciadas.

Processo de obtenção de farinha de banana verde enriquecida com amendoim torrado e fécula de mandioca

O processo de obtenção da farinha de banana verde enriquecida com amendoim torrado e fécula de mandioca iniciou-se com o desenho experimental, no qual foram definidas as proporções dos ingredientes de forma controlada, permitindo a comparação entre diferentes formulações e a avaliação do efeito da substituição parcial das matérias primas nas características do produto final. Em seguida, procedeu-se à pesagem dos ingredientes de acordo com o delineamento estabelecido, garantindo a precisão das quantidades e assegurando a reprodutibilidade das formulações. Posteriormente, realizou-se a homogeneização das farinhas, promovendo a mistura uniforme dos componentes e assegurando a distribuição equilibrada dos ingredientes. Após a obtenção das misturas, as formulações foram submetidas a controlo de qualidade, com o objetivo de verificar o cumprimento dos parâmetros definidos em termos de segurança alimentar, qualidade nutricional e características sensoriais. De seguida, os produtos foram acondicionados em embalagens adequadas, de forma a preservar a sua integridade durante o armazenamento e transporte. Por fim, as formulações foram armazenadas em condições controladas de

temperatura e humidade, garantindo a manutenção da qualidade ao longo do tempo e prevenindo a sua deterioração até ao momento das análises.

Proteínas

As proteínas são macromoléculas constituídas por cadeias de aminoácidos ligados por ligações peptídicas, desempenhando funções estruturais, metabólicas e regulatórias essenciais no organismo humano. Embora forneçam aproximadamente 4 kcal/g, a sua principal função nutricional está relacionada com o fornecimento de aminoácidos necessários para a síntese de enzimas, hormonas, anticorpos, citocinas, transportadores e neurotransmissores (Cena & Calder, 2020, p. 1).

Do ponto de vista nutricional, as proteínas de origem vegetal e animal diferem quanto à composição aminoácida e à biodisponibilidade. Entretanto, a combinação de diferentes fontes vegetais pode favorecer a complementaridade dos aminoácidos essenciais, contribuindo para uma alimentação nutricionalmente adequada (Ahnen, Jonnalagadda & Slavin, 2019, p. 4).

Neste contexto, o amendoim apresenta particular relevância para a formulação estudada devido à sua elevada densidade proteica. A sua incorporação numa matriz constituída por farinha de banana verde e fécula de mandioca permite combinar fontes vegetais com diferentes características composicionais, tornando o teor de proteína um parâmetro importante para avaliar as formulações desenvolvidas.

Fibras alimentares

As fibras alimentares correspondem a componentes dos alimentos vegetais que não são completamente digeridos pelas enzimas humanas, estando presentes principalmente em frutas, legumes, cereais integrais e leguminosas. Desempenham funções importantes no sistema gastrointestinal e no metabolismo humano (Slavin, 2008, p. 1716).

Segundo a American Dietetic Association (ADA, 2008, p. 1716), a ingestão adequada de fibras está associada à melhoria da saúde intestinal, incluindo aumento do volume fecal, melhoria da consistência das fezes e redução do tempo de trânsito intestinal. As fibras podem ser classificadas, de forma geral, em solúveis e insolúveis. As fibras solúveis estão presentes

em alimentos como frutas, aveia, verduras e leguminosas, enquanto as insolúveis são encontradas principalmente em cereais integrais, farelos e vegetais.

A banana verde constitui uma matéria-prima de interesse devido à presença de fibras e amido resistente, enquanto o amendoim também contribui para a fração fibrosa da formulação. Assim, a determinação da fibra bruta nas diferentes formulações permite avaliar as alterações decorrentes da combinação das matérias-primas.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado com matérias-primas adquiridas na cidade de Quelimane, província da Zambézia, Moçambique. As etapas de seleção, processamento das matérias-primas e produção das farinhas e fécula foram realizadas na unidade de processamento de alimentos do Instituto de Formação Profissional em Estudos Laborais Alberto Cassimo (IFPELAC), na cidade de Quelimane. O desenho das formulações e a mistura das farinhas e fécula produzidas foram realizados no laboratório de processamento de alimentos da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Licungo, em Quelimane.

As análises físico-químicas foram realizadas no Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), na província de Maputo. A determinação do teor de proteína foi efetuada nos Laboratórios de Solos, Água e Plantas, enquanto a análise de fibra bruta foi realizada no Departamento de Nutrição e Alimentos da Direção de Ciências Animais.

Devido à distância aproximada de 1.561 km entre Quelimane e Maputo, após o processamento, as amostras foram acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados e transportadas por via aérea, em condições adequadas para preservar a sua integridade até à realização das análises. O estudo decorreu durante dez meses, entre agosto de 2025 e junho de 2026.

Figura 1: Local onde foram realizados os experimentos



Fonte: Mapa da cidade de Quelimane (2026).

Aquisição e seleção das matérias-primas

A banana verde (*Musa spp.*) utilizada neste estudo foi adquirida em centros comerciais da cidade de Quelimane, numa quantidade total de 21,2 kg. A seleção foi realizada com base no estágio de maturação verde, considerando frutos com elevada firmeza, coloração verde intensa e características adequadas ao processamento em farinha.

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) foi igualmente adquirida em centros comerciais da cidade de Quelimane, totalizando 10 kg. As raízes foram selecionadas com base no estágio de maturação fisiológica, correspondente a aproximadamente 10 a 14 meses após o plantio. Foram selecionadas raízes com casca firme e polpa branca homogênea, características consideradas adequadas ao processamento para obtenção de fécula.

O amendoim (*Arachis hypogaea L.*) foi adquirido na quantidade de 3 kg e selecionado no estágio de maturação completa. A seleção foi realizada com base nas características visuais das vagens e dos grãos, considerando amendoins devidamente desenvolvidos e adequados para o processamento e obtenção da farinha de amendoim torrado.

Todas as matérias-primas adquiridas foram acondicionadas em sacos plásticos apropriados e transportadas para a unidade de processamento de alimentos do Instituto de Formação Profissional em Estudos Laborais Alberto Cassimo (IFPELAC), na cidade de Quelimane, onde foram submetidas às etapas de processamento. O ácido acético e as embalagens utilizadas no processamento foram adquiridos em supermercados localizados na cidade de Quelimane. As características das matérias-primas utilizadas no estudo são apresentadas na Figura 2.

Figura 2: *Matérias-primas que foram utilizadas*



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Delineamento experimental

Para a elaboração das formulações, foram consideradas três matérias-primas: farinha de banana verde (FBV), farinha de amendoim torrado (FAT) e fécula de mandioca (FM). A partir desses ingredientes, foram desenvolvidas quatro formulações, codificadas como F0, F1, F2 e F3, conforme apresentado na Tabela 1.

A formulação F0 foi utilizada como padrão (controle), sendo constituída exclusivamente por farinha de banana verde (100% FBV). As formulações F1, F2 e F3 foram elaboradas mediante a combinação de diferentes proporções de farinha de banana verde, farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca, permitindo avaliar a influência da composição das misturas sobre as características nutricionais das formulações.

As formulações foram preparadas com base numa massa total de 900 g, mantendo-se a soma dos ingredientes em 100%. As proporções utilizadas foram: F0 (100% FBV), F1 (75% FBV, 10% FAT e 15% FM), F2 (40% FBV, 20% FAT e 40% FM) e F3 (50% FBV, 20% FAT e 30% FM), conforme apresentado na Tabela 1.

A distribuição das proporções entre os ingredientes foi definida de forma a obter diferentes combinações de farinha de banana verde, farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca, permitindo comparar o efeito dessas combinações sobre os teores de proteína e fibra bruta das formulações desenvolvidas.

Tabela 1: Esquema das formulações da farinha

Tipos de farinha	Formulações			
	F0 (g)	F1 (g)	F2 (g)	F3 (g)
FBV	900g	360g	675g	450g
FAT	0	180g	90g	180g
FM	0	360g	135g	270g

Nota: FBV = farinha de banana verde; FAT = farinha de amendoim torrado; FM = fécula de mandioca.

Produção da farinha de banana verde

As bananas verdes foram selecionadas manualmente e lavadas com água corrente, seguidas de descasque manual utilizando facas de aço inoxidável. Em seguida, as bananas foram cortadas em fatias uniformes e imersas numa solução preparada com o sumo de cinco limões médios diluído em 2 L de água sanitizada, durante 5 minutos, com o objetivo de reduzir o escurecimento enzimático e contribuir para a conservação da matéria-prima. Posteriormente, as fatias foram escorridas, distribuídas uniformemente em bandejas e submetidas à secagem numa desidratadora elétrica, à temperatura de 60 °C, durante 48 horas. Após a secagem, o material foi submetido à moagem e peneiramento numa peneira metálica de malha média, obtendo-se a farinha de banana verde. Por fim, a farinha foi acondicionada em embalagens plásticas hermeticamente fechadas e armazenada em local seco e protegido da humidade até à sua utilização nas formulações.

Produção da farinha de amendoim torrado

Os amendoins crus foram selecionados manualmente, higienizados e submetidos à torrefação em estufa à temperatura de 180 °C durante 30 minutos. A torrefação promove o desenvolvimento de características sensoriais desejáveis, como aroma, sabor e coloração, associadas, entre outros fenómenos, às reações de Maillard, além de contribuir para a redução da humidade dos grãos. Após a torrefação, os grãos foram arrefecidos à temperatura ambiente e, posteriormente, descascados manualmente para remoção da película. Em seguida, os grãos torrados foram moídos, obtendo-se partículas finas, e submetidos ao peneiramento para uniformização da granulometria. Posteriormente, a farinha obtida foi submetida à secagem,

visando à redução da humidade residual. Por fim, a farinha de amendoim torrado foi acondicionada em embalagens herméticas, protegidas da luz, humidade e calor, e armazenada até à sua utilização nas formulações.

Produção da fécula de mandioca

As raízes de mandioca foram selecionadas, lavadas com água corrente, pesadas, obtendo-se 10 kg, e descascadas manualmente com facas de aço inoxidável. Em seguida, as raízes descascadas foram imersas em solução de ácido acético a 1% (v/v), conforme o procedimento adotado para a matéria-prima, visando à redução do escurecimento enzimático e à preservação das características da matéria-prima. Posteriormente, as raízes foram cortadas em pedaços, trituradas e raladas numa raspadeira.

A massa obtida foi misturada com água e submetida à filtração utilizando pano branco limpo, permitindo a separação da fração fibrosa, resíduos sólidos e outras impurezas da suspensão rica em amido. Na sequência, a suspensão foi mantida em repouso durante aproximadamente 8 horas, permitindo a sedimentação do amido. Posteriormente, o sobrenadante foi removido e o amido sedimentado foi separado e submetido a sucessivos enxágues com água limpa, visando à remoção de impurezas solúveis e resíduos indesejáveis.

Após os enxágues, a fécula foi espalhada em superfícies limpas e submetida à secagem natural ao sol durante 24 horas. Posteriormente, o material foi submetido à secagem em estufa a 48 °C durante 48 horas, visando à redução da humidade residual. Após a secagem, a fécula foi moída, obtendo-se o material em pó, e posteriormente peneirada em peneira de 80 mesh ($\approx 180 \mu\text{m}$), com o objetivo de uniformizar a granulometria e eliminar possíveis aglomerados. Por fim, a fécula de mandioca obtida foi acondicionada em embalagens apropriadas, hermeticamente fechadas e protegidas da humidade, sendo armazenada em ambiente seco e fresco até à sua utilização nas formulações.

Enriquecimento de farinha de banana verde com amendoim torrado e fécula de mandioca

Com as farinhas de banana verde, amendoim torrado e fécula de mandioca já obtidas, iniciou-se a preparação da farinha enriquecida, respeitando as proporções previamente estabelecidas. Os ingredientes foram pesados numa balança analítica e transferidos para uma bacia, onde foram misturados com auxílio de uma colher até à obtenção de uma mistura

homogénea. A farinha formulada foi acondicionada em embalagens plásticas apropriadas e selada hermeticamente com uma máquina seladora. Por fim, as amostras foram armazenadas em local seco e protegido da humidade até à realização das análises.

Análises físico-químicas

a) Proteínas

O teor de proteínas das formulações de farinha de banana verde enriquecida com farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca (F0–F3) foi determinado pelo método de Kjeldahl (978.04) (AOAC, 2005), em triplicata. Amostras homogeneizadas ($\approx 0,5$ g) foram submetidas à digestão com ácido sulfúrico e catalisador, seguida de destilação alcalina e titulação com ácido clorídrico. O teor de proteína bruta foi calculado a partir do nitrogénio total, utilizando o fator de conversão 6,25, e os resultados foram expressos em percentagem.

b) Fibra bruta

O teor de fibra bruta das formulações de farinha de banana verde enriquecida com farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca foi determinado pelo método AOAC 962.09 (2005), baseado em digestão ácida e alcalina. Foram analisadas quatro formulações (F0–F3), com três repetições cada. Aproximadamente 1,0 g de cada amostra foi submetido às digestões com soluções de H_2SO_4 e NaOH a 1,25%, durante 30 minutos cada. O resíduo foi filtrado, lavado, seco em estufa a 105 °C até peso constante e pesado para calcular o teor de fibra bruta em % m/m.

Análise de dados

Os dados obtidos nas análises de proteína e fibra bruta foram submetidos à análise estatística utilizando o software Jamovi. Inicialmente, foram avaliados os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias, mediante o teste de Shapiro-Wilk e o teste de Levene centrado na mediana, com a modificação de Brown-Forsythe, respetivamente.

A adequação dos modelos foi ainda avaliada por meio da análise gráfica dos resíduos versus valores ajustados e do gráfico de probabilidade normal (Q-Q plot). Posteriormente, foi realizada a análise de variância (ANOVA) para avaliar a existência de diferenças entre as formulações. Quando identificadas diferenças significativas, procedeu-se à comparação múltipla das médias pelo teste de Tukey, considerando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Limitações do estudo

O estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Primeiramente, a instituição onde foram desenvolvidas as atividades de processamento das matérias-primas não dispunha de condições laboratoriais para a realização das análises de proteína e fibra bruta. Essa limitação tornou necessário recorrer a laboratórios localizados em outra província para a realização das análises físico-químicas previstas no estudo.

Outra limitação esteve relacionada à distância entre o local de desenvolvimento das atividades experimentais e os laboratórios responsáveis pelas análises. A necessidade de transportar as amostras para outra província aumentou a complexidade logística do estudo, exigindo cuidados adicionais no acondicionamento, conservação e transporte das amostras, de modo a preservar a sua integridade até à realização das análises.

Os custos elevados associados à realização das análises laboratoriais constituíram igualmente uma limitação. As despesas relacionadas com as análises e com o transporte das amostras condicionaram a possibilidade de ampliar o número de determinações laboratoriais e de incluir outros parâmetros físico-químicos além daqueles estabelecidos nos objetivos do estudo. Dessa forma, a investigação concentrou-se na determinação dos teores de proteína e fibra bruta.

Apesar dessas limitações, foram adotadas medidas adequadas de acondicionamento e transporte das amostras, procurando minimizar possíveis alterações nas suas características e assegurar a obtenção de resultados confiáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises físico-químicas das formulações de farinha de banana verde enriquecida com farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca evidenciaram diferenças nos teores de proteína e fibra bruta entre as formulações desenvolvidas, demonstrando a influência das proporções dos ingredientes sobre a composição nutricional das amostras, conforme apresentado na Tabela 2.

Observou-se que as formulações F1 e F3 apresentaram os maiores teores de proteína,

diferindo significativamente das formulações F0 e F2. Esse comportamento pode estar relacionado à incorporação da farinha de amendoim torrado, ingrediente com maior contribuição proteica para as misturas. Em contrapartida, a formulação F2 apresentou teor de proteína inferior ao da formulação padrão (F0), evidenciando que a composição nutricional foi influenciada pelas diferentes proporções dos ingredientes utilizados nas formulações.

Quanto à fibra bruta, a formulação F1 apresentou o maior teor, seguida das formulações F2 e F3, que não diferiram significativamente entre si. A formulação F0 apresentou o menor valor de fibra bruta. Esses resultados demonstram que as diferentes proporções de farinha de banana verde, farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca influenciaram os teores de proteína e fibra bruta das formulações, evidenciando o efeito da composição das matérias-primas sobre o perfil nutricional dos produtos desenvolvidos, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: parâmetros das análises físico-químicas

FORMUAÇÕES	NUTRIENTES	
	Proteína	Fibra
F0	2,13 ^b ± 0,12	1,32 ^c ± 0,36
F1	3,20 ^a ± 0,00	3,00 ^a ± 0,18
F2	1,93 ^b ± 0,06	2,29 ^b ± 0,04
F3	3,70 ^a ± 0,00	2,01 ^b ± 0,02

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA), e as médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Determinação de proteínas

O teor de proteína apresentou diferenças estatisticamente significativas entre as formulações ($p < 0,05$), demonstrando que as diferentes proporções de farinha de banana verde, farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca influenciaram a composição proteica das amostras. A comparação das médias pelo teste de Tukey indicou que F1 e F3 não

diferiram significativamente entre si, assim como F0 e F2. A formulação F3 apresentou o maior teor de proteína ($3,70 \pm 0,00\%$), seguida de F1 ($3,20 \pm 0,00\%$), enquanto F0 e F2 apresentaram os menores valores, de $2,13 \pm 0,12\%$ e $1,93 \pm 0,06\%$, respectivamente.

O maior teor proteico observado nas formulações F1 e F3 pode estar associado à incorporação da farinha de amendoim torrado, reconhecida pela sua contribuição em proteínas vegetais. O amendoim apresenta elevada densidade nutricional e é utilizado na elaboração de produtos alimentares devido à presença de proteínas, lípidos e outros componentes de interesse nutricional (Arya et al., 2016, p. 32–33; Bonku & Yu, 2020). Dessa forma, a inclusão deste ingrediente pode ter contribuído para o aumento do teor proteico das formulações em relação à formulação F0, constituída apenas pela farinha de banana verde.

A formulação F3 apresentou o maior teor de proteína ($3,70 \pm 0,00\%$) e foi constituída por 50% de farinha de banana verde, 20% de farinha de amendoim torrado e 30% de fécula de mandioca. A formulação F1, com 75% de farinha de banana verde, 10% de farinha de amendoim torrado e 15% de fécula de mandioca, apresentou $3,20 \pm 0,00\%$ de proteína. Apesar de ambas conterem farinha de amendoim torrado, as formulações apresentaram proporções diferentes dos três ingredientes, indicando que o teor proteico final resultou da composição global de cada mistura e não apenas da presença do amendoim.

A formulação F2 apresentou o menor teor de proteína ($1,93 \pm 0,06\%$), sendo constituída por 40% de farinha de banana verde, 20% de farinha de amendoim torrado e 40% de fécula de mandioca. A maior proporção de fécula de mandioca pode ter contribuído para a menor concentração proteica observada, considerando que este ingrediente apresenta composição predominantemente amilácea e baixa contribuição proteica. Assim, a proporção relativa das matérias-primas pode ter influenciado a concentração final de proteína na formulação.

Os valores obtidos no presente estudo foram inferiores aos relatados por Dahal et al. (2022, p. 17), que encontraram teores de proteína entre 6,78% e 13,67% em biscoitos elaborados com farinha de trigo, farinha de grão-de-bico e farinha de amendoim. De igual modo, os valores foram inferiores aos apresentados por Abebaw et al. (2026, p. 7), que observaram teores entre 9,05% e 14,60% em farinhas compostas por amendoim, grão-de-bico, milho e batata-doce de polpa alaranjada. Essas diferenças podem estar relacionadas à composição das formulações e à maior participação de ingredientes com maior contribuição proteica nos produtos avaliados por esses autores, além das diferenças entre as matrizes alimentares analisadas.

Segundo o critério de referência adotado para alimentos enriquecidos, teores de proteína entre 6% e 8% podem ser considerados como uma faixa de referência para caracterização de

produtos com melhoria do aporte proteico (Richter et al., 2019; Xipsiti, 2024). Quando comparados com esse intervalo, os valores obtidos nas formulações deste estudo, que variaram de 1,93% a 3,70%, permanecem abaixo da faixa de 6–8%. Contudo, a formulação F3 apresentou o maior incremento proteico entre as formulações avaliadas, seguida de F1, evidenciando o efeito da incorporação da farinha de amendoim torrado sobre a composição proteica das misturas.

Segundo Shini et al. (2024, p. 1119), a composição nutricional da farinha de banana verde pode variar em função da cultivar, das condições de cultivo e do processamento. Embora a banana verde possa contribuir para o teor de proteína, esta matéria-prima é principalmente caracterizada pelo elevado conteúdo de amido, incluindo amido resistente, e pelas suas propriedades funcionais (Munir et al., 2024, p. 3792). Nesse contexto, a farinha de amendoim torrado constitui uma fonte importante de proteína nas formulações, enquanto a farinha de banana verde e a fécula de mandioca contribuem para a composição global da mistura.

De forma geral, os resultados demonstram que a combinação das diferentes matérias-primas influenciou o teor de proteína das formulações. A formulação F3 apresentou o maior valor, seguida de F1, enquanto F0 e F2 apresentaram os menores teores. Embora nenhuma das formulações tenha atingido a faixa de referência de 6–8% estabelecida para alimentos enriquecidos, a incorporação da farinha de amendoim torrado promoveu uma melhoria relativa do teor proteico, particularmente nas formulações F1 e F3. Esses resultados evidenciam a importância da proporção dos ingredientes na obtenção de formulações com maior contribuição proteica.

Determinação do teor de fibra bruta

O teor de fibra bruta apresentou diferenças estatisticamente significativas entre as formulações ($p < 0,05$), evidenciando que as diferentes proporções de farinha de banana verde, farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca influenciaram a composição fibrosa das amostras. Os valores variaram de 1,32% a 3,00%, sendo a formulação F1 a que apresentou o maior teor de fibra bruta ($3,00 \pm 0,18\%$), seguida de F2 ($2,29 \pm 0,04\%$) e F3 ($2,01 \pm 0,02\%$). A formulação F0 apresentou o menor valor ($1,32 \pm 0,36\%$).

A comparação das médias pelo teste de Tukey indicou que F1 diferiu significativamente das demais formulações. As formulações F2 e F3 apresentaram a mesma letra, não diferindo significativamente entre si, enquanto F0 diferiu significativamente de F1, F2 e F3. Esses resultados demonstram que a composição das misturas exerceu influência significativa sobre

o teor de fibra bruta determinado nas formulações.

A formulação F1 apresentou o maior teor de fibra bruta ($3,00 \pm 0,18\%$), sendo constituída por 75% de farinha de banana verde, 10% de farinha de amendoim torrado e 15% de fécula de mandioca. A F2, composta por 40% de farinha de banana verde, 20% de farinha de amendoim torrado e 40% de fécula de mandioca, apresentou $2,29 \pm 0,04\%$, enquanto a F3, constituída por 50% de farinha de banana verde, 20% de farinha de amendoim torrado e 30% de fécula de mandioca, apresentou $2,01 \pm 0,02\%$. A formulação F0, constituída exclusivamente por farinha de banana verde, apresentou o menor valor, com $1,32 \pm 0,36\%$.

A maior concentração de fibra observada em F1, apesar da menor proporção de farinha de amendoim torrado em comparação com F2 e F3, demonstra que o teor de fibra bruta não depende exclusivamente da quantidade de um único ingrediente. O resultado pode estar relacionado à combinação específica das matérias-primas e às suas características composicionais. Além disso, diferenças na composição inicial dos ingredientes, nas condições de secagem e moagem e no comportamento dos componentes durante o processamento podem ter contribuído para a variação observada entre as formulações.

Os valores obtidos foram inferiores aos relatados por Franca et al. (2020, p. 6), que encontraram teores de fibra bruta entre 2,6% e 3,5% em farinhas de banana verde de diferentes cultivares. Da mesma forma, Padhi e Dwivedi (2021, p. 1) obtiveram valores de 4,20% e 4,68% em farinhas de banana verde produzidas por secagem com ar quente. As diferenças entre os resultados podem estar relacionadas às características das matérias-primas, incluindo cultivar e estágio de maturação, bem como às condições de processamento, secagem e moagem e aos procedimentos analíticos utilizados.

Embora a formulação F0 tenha apresentado o menor teor de fibra bruta, esse resultado não significa necessariamente que a farinha de banana verde possua baixo conteúdo de componentes fibrosos. O método utilizado para a determinação de fibra bruta não quantifica necessariamente todas as frações da fibra alimentar, podendo ocorrer perda de determinados componentes durante as etapas de digestão. Dessa forma, o teor de fibra bruta determinado neste estudo não deve ser interpretado como equivalente ao teor de fibra alimentar total da amostra.

A farinha de banana verde é reconhecida pela presença de amido resistente e de componentes de interesse funcional. Marzano (2024, p. 10) destaca a importância do amido resistente nas farinhas de banana verde, cuja quantidade pode variar em função do processamento e das características estruturais da farinha. Munir et al. (2024) também ressaltam o potencial

funcional do amido resistente da banana verde. Entretanto, esses componentes não devem ser diretamente equiparados ao teor de fibra bruta obtido pelo método analítico utilizado neste estudo, uma vez que representam frações distintas e podem apresentar comportamentos diferentes durante a análise.

A fécula de mandioca, por apresentar composição predominantemente amilácea e baixo conteúdo de fibra, pode contribuir para a redução relativa da concentração de fibra nas formulações em que participa em maiores proporções. Por outro lado, a farinha de amendoim torrado pode contribuir para a fração fibrosa das misturas, embora o seu efeito final dependa da proporção utilizada e da interação com os demais ingredientes. Assim, as diferenças observadas entre F1, F2 e F3 refletem a composição específica de cada formulação e a contribuição conjunta das matérias-primas utilizadas.

De forma geral, a formulação F1 apresentou o maior teor de fibra bruta entre as amostras analisadas, enquanto F0 apresentou o menor valor. Os resultados evidenciam que as diferentes proporções de farinha de banana verde, farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca influenciaram significativamente o teor de fibra bruta das formulações. Contudo, considerando as limitações inerentes ao método de fibra bruta, a caracterização mais completa do potencial nutricional e funcional das formulações requereria análises adicionais de fibra alimentar total, fibra solúvel, fibra insolúvel e amido resistente.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento das formulações de farinha de banana verde enriquecida com farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca permitiu avaliar a influência das diferentes proporções das matérias-primas sobre os teores de proteína e fibra bruta. Os resultados demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre as formulações, evidenciando que a composição das misturas influenciou o perfil nutricional das farinhas desenvolvidas.

A formulação F3, constituída por 50% de farinha de banana verde, 20% de farinha de amendoim torrado e 30% de fécula de mandioca, apresentou o maior teor de proteína (3,70%), destacando-se entre as formulações avaliadas. A formulação F1, composta por 75% de farinha de banana verde, 10% de farinha de amendoim torrado e 15% de fécula de mandioca, apresentou o maior teor de fibra bruta (3,00%). Esses resultados demonstram que a proporção dos ingredientes desempenhou papel importante na determinação da composição nutricional das formulações.

Embora os teores de proteína obtidos tenham permanecido abaixo da faixa de 6–8% utilizada

como referência para alimentos enriquecidos, a incorporação da farinha de amendoim torrado contribuiu para o aumento relativo do teor proteico em determinadas formulações. Do mesmo modo, as diferenças observadas no teor de fibra bruta evidenciam a influência da combinação entre farinha de banana verde, farinha de amendoim torrado e fécula de mandioca sobre a composição das misturas.

De forma geral, as formulações desenvolvidas demonstraram potencial para a utilização combinada de matérias-primas locais na produção de farinhas compostas, contribuindo para a diversificação de produtos alimentares e para a valorização de recursos agrícolas disponíveis localmente. A utilização dessas matérias-primas poderá ainda favorecer o desenvolvimento de produtos alimentares de maior valor acrescentado, sendo recomendadas análises nutricionais complementares, particularmente de fibra alimentar total, fibra solúvel, fibra insolúvel, amido resistente e outros componentes de interesse nutricional, para uma caracterização mais abrangente das formulações.

REFERÊNCIAS

- Ahnen, R. T., Jonnalagadda, S. S., & Slavin, J. L. (2019). Role of plant protein in nutrition, wellness, and health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 110(1), 1–2. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy387>
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International (18, Ed.). AOAC International.
- Arya, S. S., Salve, A. R., & Chauhan, S. (2016). Peanuts as functional food: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 31–41. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2007-9>
- Bezerra, C. V., Amante, E. R., Oliveira, D. C., Rodrigues, A. M. C., & Silva, L. H. M. (2013). Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – Effect of drying on physicochemical, functional and morphological characteristics of the starch. *Food Chemistry*, 141(2), 663–670. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.010>
- Bonku, R., & Yu, J. (2020). Health aspects of peanuts as an outcome of its chemical composition. *Food Science and Human Wellness*, 9(1), 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.12.005>
- Çiftçi, S., & Suna, G. (2022). Functional components of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) and health benefits: A review. *Future Foods*, 5, 100140. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100140>
- Integrated Food Security Phase Classification (IPC). (2023). *Mozambique: Acute Food Insecurity Situation November 2022–March 2023*. IPC. <https://dhsprogram.com>
- Khoza, M., Kayitesi, E., & Dlamini, B. C. (2021). Physicochemical characteristics, microstructure and health promoting properties of green banana flour. *Foods*, 10(12), 2894. <https://doi.org/10.3390/foods10122894>
- Marta, H., Cahyana, Y., Djali, M., & Pramafisi, G. (2022). The properties, modification, and application of banana starch. *Polymers*, 14(15), 3092. <https://doi.org/10.3390/polym14153092>

- Oliveira, G. R., Pereira, J., Cruz, M. S., & Oliveira, A. A. A. (2022). *Farinha de banana verde: Uma revisão sobre sua obtenção, composição e aplicação em pães*. Universidade Federal de Lavras. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/55173>
- Queiroz, A. M., & Souza, L. G. (2020). Diagnóstico de qualidade da fécula de mandioca comercializada em Rio Branco-AC. *Applied Research & Agrotechnology*, 13, e6305. <https://doi.org/10.5935/PAeT.V13.e6305>
- Richter, M., Baerlocher, K., Bauer, J. M., Elmadfa, I., Heseker, H., Leschik-Bonnet, E., Stangl, G., Volkert, D., & Stehle, P. (2019). Revised reference values for the intake of protein. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74(3), 242–250. <https://doi.org/10.1159/000499374>
- Santos, A. A. C. dos, Oliveira, A. J. de, Oliveira, T. C. de, Cruz, A. K. N. da, & Almici, M. da S. (2021). A cultura do *Arachis hypogaea* L.: Uma revisão. *Research, Society and Development*, 10(2), e24910212719. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12719>
- Secretariado Técnico de Segurança Alimentar e Nutricional (SETSAN). (2023). *1º Relatório da Avaliação Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional Pós-Colheita 2022*. Maputo: SETSAN.
- Slavin, J. L. (2008). Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(10), 1716–1731. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.08.007>
- Silva, F. R., Costa, L. M., & Alves, R. L. E. (2019). Processamento da mandioca: rendimento e produção de amido, fécula e polvilho. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 95–105.
- Organização Mundial da Saúde. (2021). *Malnutrition fact sheet*. Geneva: WHO.