



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Campus Ariquemes
Coordenação do Curso Bacharelado em Agronomia

CAMILA PAIXÃO DA COSTA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DE CULTIVARES
DE FEIJÃO-CAUPI PRODUZIDAS EM RONDÔNIA**

ARIQUEMES – RO
2026

CAMILA PAIXÃO DA COSTA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DE CULTIVARES
DE FEIJÃO-CAUPI PRODUZIDAS EM RONDÔNIA**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Agronomia, sob a orientação do professor Dr. Antonio Rocha Bisconsin Junior e coorientação da professora Dr^a. Lenita Aparecida Conus Venturoso.

ARIQUEMES - RO

2026

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Costa, Camila Paixão da.

Características físicas, químicas e tecnológicas de cultivares de feijão-caupi produzidas em Rondônia / Camila Paixão da Costa. - Ariquemes, 2026.

26 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Antonio Rocha Bisconsin Junior.

Coorientador(a): Profª. Dra. Lenita Aparecida Conus Venturoso.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Ariquemes, 2026.

1. *Vigna unguiculata*. 2. Qualidade de grãos. 3. Cinética de hidratação. 4. Tempo de cocção. 5. Composição centesimal. I. Bisconsin Junior, Antonio Rocha (orient.). II. Venturoso, Lenita Aparecida Conus (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Renilce Silva Moraes, CRB-11/906

CAMILA PAIXÃO DA COSTA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DE CULTIVARES
DE FEIJÃO-CAUPI PRODUZIDAS EM RONDÔNIA**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Agronomia, sob a orientação do professor Dr. Antonio Rocha Bisconsin Junior e coorientação da professora Dr^a. Lenita Aparecida Conus Venturoso.

Aprovado em: 26/06/2026 pela banca examinadora

Documento assinado digitalmente
 **REGIANE RIBEIRO DOS SANTOS**
Data: 01/07/2026 19:37:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro 1

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANO DOS REIS VENTUROSO**
Data: 03/07/2026 00:45:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro 2

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO ROCHA BISCONSIN JUNIOR**
Data: 01/07/2026 16:01:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador

Documento assinado digitalmente
 **LENITA APARECIDA CONUS VENTUROSO**
Data: 03/07/2026 00:03:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a Deus, por ter me sustentado e guardado até aqui.

À minha família, por sempre estar ao meu lado e me apoiar na realização deste curso. Um agradecimento profundamente especial aos meus avós paternos, que me criaram como filha: Obrigada por terem me dado educação, por nunca terem deixado que me faltasse nada e por terem me instruído com princípios e valores inegociáveis. Tudo o que sou devo a vocês!

Ao meu orientador e coorientadora pela paciência, pelo conhecimento compartilhado, por todo acompanhamento e suporte durante a execução do trabalho.

Ao Grupo de Pesquisa em Produção Vegetal (GPPV), pela oportunidade de crescimento e ambiente de aprendizado.

A todas as pessoas que fizeram parte da minha trajetória durante esse período da faculdade: agradeço a cada um que, de alguma forma, me permitiu aprender algo novo e que fez a diferença para a construção da Camila de hoje.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), pelo apoio financeiro por meio do Programa Institucional de Pesquisa (Edital nº 06/2024/REIT-CGAB/IFRO e Edital nº 38/2024/ARI-CGAB/IFRO).

A Embrapa Meio-Norte pelo fornecimento das sementes de feijão-caupi para a condução do ensaio de Valor de Cultivo e Uso no IFRO, *campus* Ariquemes.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DE CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI PRODUZIDAS EM RONDÔNIA

RESUMO: O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa de grande importância alimentar, nutricional e agroindustrial, cuja qualidade dos grãos é determinada por um conjunto de atributos físicos, químicos e tecnológicos. Este estudo teve como objetivo caracterizar essas propriedades em cultivares de feijão-caupi cultivadas em Ariquemes, RO, visando subsidiar a seleção de materiais mais adequados para diferentes aplicações agroindustriais e nutricionais. Doze cultivares foram avaliadas quanto às propriedades físicas, químicas e tecnológica dos grãos, cinética de hidratação, desempenho de cocção e composição centesimal. O comportamento de hidratação foi descrito por meio de um modelo exponencial decrescente com assíntota. Os resultados evidenciaram variabilidade significativa entre as cultivares para todas as características avaliadas. A cinética de hidratação indicou perfis distintos entre os materiais, com diferenças mais expressivas na taxa de absorção de água do que no teor de umidade de equilíbrio. A hidratação prévia reduziu o tempo de cocção; entretanto, essa redução não foi diretamente proporcional à absorção de água, sugerindo que fatores estruturais dos grãos também influenciam o processo de amolecimento. A composição centesimal apresentou variações nos teores de proteínas, fibras e lipídios, enquanto os valores energéticos permaneceram relativamente estáveis. De modo geral, os resultados demonstram que a qualidade dos grãos de feijão-caupi é versátil e que a seleção de cultivares deve considerar o objetivo final de uso.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; qualidade de grãos; cinética de hidratação; tempo de cocção; composição centesimal.

ABSTRACT: Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is a legume of major food, nutritional, and agro-industrial importance, whose grain quality is determined by a set of physical, chemical, and technological attributes. This study aimed to characterize these properties in cowpea cultivars grown in Ariquemes, RO, in order to support the selection of materials better suited for different agro-industrial and nutritional applications. Twelve cultivars were evaluated for grain physical, chemical, and technological properties, hydration kinetics, cooking performance, and proximate composition. Hydration behavior was described using a decreasing exponential model with an asymptote. The results showed significant variability among cultivars for all evaluated characteristics. Hydration kinetics indicated distinct profiles among the materials, with more pronounced differences in the water absorption rate than in the equilibrium moisture content. Prior hydration reduced cooking time; however, this reduction was not directly proportional to water absorption, suggesting that structural factors in the grains also influence the softening process. Proximate composition varied in protein, fiber, and lipid contents, whereas energy values remained relatively stable. Overall, the results demonstrate that cowpea grains are versatile and that cultivar selection should consider the intended final use.

Keywords: *Vigna unguiculata*; grain quality; hydration kinetics; cooking time; proximate composition.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1 Amostras de feijão-caupi	11
2.2 Caracterização física dos grãos	12
2.3 Propriedades tecnológicas dos grãos	12
2.3.1 Cinética de hidratação e modelagem	12
2.3.2 Determinação do tempo de cocção	13
2.4 Análise da composição centesimal	13
2.5 Análises estatísticas	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
3.1 Propriedades físicas dos grãos de feijão-caupi	14
3.2 Cinética de hidratação	15
3.3 Desempenho de cocção	18
3.4 Composição centesimal e valor energético	20
4. CONCLUSÕES	23
5. REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma importante leguminosa amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais, especialmente em países de baixa e média renda, onde desempenha papel central na segurança alimentar e nos sistemas agrícolas (Kim *et al.*, 2025). No Brasil e em outras regiões produtoras, contribui tanto para a produção de subsistência quanto comercial, devido à sua adaptabilidade a diferentes ambientes e à sua relevância em sistemas de rotação de culturas e de baixo uso de insumos (Moreno *et al.*, 2022). Se destaca como uma cultura de grande importância econômica no Brasil, figurando entre as principais leguminosas cultivadas no país (Vale; Bertini; Borém, 2017). Na safra 25/26, foram produzidas 794,2 mil toneladas de feijão-caupi no país, considerando as três safras do país, o que correspondeu uma área plantada de 1,258,4 mil hectares e uma produtividade de 631 kg.ha⁻¹ de grãos (Conab, 2026). Além de sua importância agrônômica, o feijão-caupi tem recebido crescente atenção na cadeia agroalimentar em função de sua versatilidade para processamento, valor nutricional e potencial para produtos de maior valor agregado (Affrifah *et al.*, 2022).

Os grãos de feijão-caupi constituem uma relevante fonte de proteína de origem vegetal, apresentando, geralmente, entre 23 e 32% de proteína, além de carboidratos, fibras e micronutrientes essenciais (Martins *et al.*, 2023; Ferreira *et al.*, 2022). Com o aumento da demanda por alimentos de origem vegetal, a seleção de cultivares tem ido além de critérios como produtividade e adaptabilidade, passando a incluir atributos tecnológicos e composicionais que influenciam diretamente o desempenho no processamento e a qualidade dos produtos (Ira *et al.*, 2019).

A qualidade dos grãos tornou-se um fator-chave na conexão entre a produção agrícola e o uso agroindustrial. Características físicas, como tamanho, massa e estrutura, influenciam o comportamento de hidratação e cocção, enquanto a composição química está relacionada às propriedades nutricionais e funcionais dos grãos (Traore *et al.*, 2022). A hidratação, por ser um processo governado por difusão, depende da permeabilidade estrutural e da organização interna dos grãos (Rostamirad *et al.*, 2025). Já o desempenho de cocção é influenciado por fatores como a resistência do tegumento e a composição da parede celular (Prasadi *et al.*, 2023). Em conjunto, essas propriedades são fundamentais para definir as condições de

processamento e orientar as possíveis aplicações finais dos grãos (Oliveira *et al.*, 2023).

O feijão-caupi apresenta considerável variabilidade genética, que se expressa em diferenças nos atributos físicos, químicos e tecnológicos (Martins *et al.*, 2023). Essa variabilidade afeta o comportamento de hidratação e cocção e contribui para a diversidade funcional entre cultivares (Oliveira *et al.*, 2023; Gull *et al.*, 2017), representando uma oportunidade para a seleção de genótipos com combinações desejáveis de atributos para programas de melhoramento e otimização da cadeia produtiva.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar as propriedades físicas, químicas e tecnológicas de cultivares de feijão-caupi produzidos em Rondônia, a fim de fornecer uma base abrangente para a seleção de cultivares em contextos agrícolas e agroindustriais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras de feijão-caupi

Grãos de doze cultivares de feijão-caupi foram avaliados: BRS Marataoã, BRS Guariba, BRS Pajeú, BRS Aracê, BRS Novaera, BRS Bené, BRS Tumucumaque, BRS Rouxinol, BRS Utinga, BRS Guirá, BRS Natalina, BRS Imponente. O presente estudo utilizou amostras de grãos provenientes do ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU), conduzido no estado de Rondônia, pelo Grupo de Pesquisa em Produção Vegetal (GPPV) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), em parceria com a Embrapa Meio-Norte (Teresina, PI). As cultivares foram plantadas em 2024 no campo experimental do IFRO, localizado na rodovia RO-257, km 13, na zona rural de Ariquemes, Rondônia, Brasil (09°55'12" S e 62°56'59" W). As cultivares foram conduzidas sob as mesmas condições ambientais e de manejo, com o objetivo de minimizar a variabilidade externa. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Santos *et al.*, 2018).

Amostras representativas das cultivares avaliadas foram apresentadas na Figura 1 para demonstrar os grãos das cultivares estudadas.

Figura 1 – Cultivares de feijão-caupi avaliadas no estudo, dispostas em placas de Petri de 10 cm. A: BRS Marataoã; B: BRS Guariba; C: BRS Pajeú; D: BRS Aracê; E: BRS Novaera; F: BRS Bené; G: BRS Tumucumaque; H: BRS Rouxinol; I: BRS Utinga; J: BRS Guirá; K: BRS Natalina; L: BRS Imponente.



Foto: Camila Paixão da Costa, 2024.

Os grãos de feijão-caupi foram coletados ao final do ciclo produtivo e secos em estufa com circulação de ar forçada a 35°C até atingirem aproximadamente 10% de

umidade, conforme Moraes *et al.* (2013). Em seguida, foram realizadas as análises físicas e tecnológicas. As análises químicas, por sua vez, foram realizadas posteriormente, após os grãos permanecerem armazenados por aproximadamente 240 dias.

2.2 Caracterização física dos grãos

As características físicas dos grãos foram determinadas com base em medidas dimensionais e massa. Para a análise dimensional, 50 grãos de cada cultivar foram selecionados aleatoriamente, e seu comprimento, largura e espessura foram medidos utilizando um paquímetro digital. A massa dos grãos foi determinada pela pesagem de 50 grãos, selecionados aleatoriamente, em balança analítica. A massa de 100 grãos foi estimada pela duplicação do valor obtido. O procedimento foi realizado em cinco repetições para cada cultivar.

2.3 Propriedades tecnológicas dos grãos

2.3.1 Cinética de hidratação e modelagem

O comportamento de hidratação foi avaliado conforme Wainaina *et al.* (2021). A hidratação foi conduzida por períodos de 30 min, 1h, 2h, 3h, 5h, 7h, 10h, 13h, 16h, 20h e 24 h, à temperatura ambiente. Para cada tempo avaliado, 10 g de grãos foram imersos em 50 mL de água destilada à temperatura ambiente, posteriormente drenados, secos superficialmente com papel toalha e pesados. A absorção de água foi calculada como a diferença entre a massa inicial e a massa final.

Os dados experimentais de hidratação foram ajustados a modelos cinéticos para descrever o comportamento de absorção de água dos grãos. Os parâmetros dos modelos foram estimados por regressão não linear, e o desempenho dos modelos foi avaliado por meio do coeficiente de determinação (R^2) e do erro quadrático médio da raiz (RMSE). O modelo com maior R^2 e menor RMSE foi selecionado como a melhor representação do comportamento de hidratação.

O tempo mínimo de hidratação foi definido como o tempo necessário para atingir o equilíbrio de absorção de água, quando não foi mais observado aumento de absorção. Todas as análises foram realizadas em triplicata para cada cultivar.

2.3.2 Determinação do tempo de cocção

O tempo de cocção foi determinado conforme Wood (2017), com modificações propostas por Pereira *et al.* (2021). Inicialmente, utilizando uma chapa de aquecimento, foram aquecidos 300 mL de água destilada em um béquer até ebulição, e adicionados 200 grãos secos ou 100 grãos hidratados. Os grãos hidratados foram previamente submetidos ao tempo mínimo de hidratação definido na análise da cinética de hidratação. A amostragem teve início após 7 min para os grãos secos e 3 min para os grãos hidratados. Em intervalos de 2 min, 10 grãos foram retirados, resfriados por 2 min e pressionados manualmente para avaliar a maciez e a presença de um núcleo branco. O tempo de cocção foi definido como o tempo necessário para que 90% dos grãos apresentassem maciez, sem a presença de núcleo branco. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.4 Análise da composição centesimal

Amostras de cada cultivar foram moídas e analisadas quanto à composição centesimal. O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa a 105°C por 12 horas, e o teor de cinzas por incineração em mufla a 550°C por 6 horas. O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl (fator de conversão de 6,25), e o teor de lipídios por extração em Soxhlet. O teor de fibras foi determinado pelo método do detergente ácido.

Todas as análises seguiram os procedimentos descritos na AOAC (2010) sendo realizadas, no mínimo em triplicata, exceto a análise de fibras (duplicata). O teor de carboidratos foi calculado por diferença [100 – (umidade + cinzas + proteínas + lipídios)], e o valor energético foi estimado com base nos fatores de Atwater para proteínas, lipídios e carboidratos. Os resultados foram expressos em base úmida.

2.5 Análises estatísticas

Os resultados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão. As diferenças entre as cultivares foram avaliadas por análise de variância (ANOVA). Quando efeitos significativos foram observados ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Todas as análises estatísticas e representações gráficas foram realizadas utilizando o software OriginPro 9.0 (OriginLab Corp., Northampton, MA, USA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Propriedades físicas dos grãos de feijão-caupi

As cultivares exibiram ampla variabilidade nas dimensões e massa dos grãos (Tabela 1). A cultivar BRS Imponente apresentou comprimento de grão ($11,74 \pm 1,00$ mm) e massa de 100 grãos ($37,38 \pm 0,33$ g) estatisticamente superior as demais cultivares estudadas. Este valor de massa foi superior aos 35,59 g médios registrados por Freire Filho *et al.* (2019) em trabalho sobre a produtividade de linhagens de feijão-caupi tipo tradicional produzidas no estado do Pará. Freire Filho *et al.* (2022a) destacam a importância de cultivares de feijão-caupi que apresentem grãos grandes e pesados alinhados à preferência de mercado, dessa forma a BRS Imponente demonstra possuir atributos desejáveis. Além disso, a constatação de valores mais altos para essa cultivar, pode estar relacionada a respostas positivas em relação às condições edafoclimáticas da região, uma vez que o seu cultivo é indicado para a região Norte.

Tabela 1 – Características físicas dos grãos de cultivares de feijão-caupi.

Cultivar	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Massa de 100 grãos (g)
BRS Marataoã	$8,27 \pm 0,56^{fg}$	$5,20 \pm 0,44^{bcd}$	$6,53 \pm 0,43^{bc}$	$19,58 \pm 0,34^e$
BRS Guariba	$8,96 \pm 0,64^{de}$	$5,25 \pm 0,33^{bcd}$	$6,37 \pm 0,41^{bc}$	$22,22 \pm 0,24^b$
BRS Pajeú	$8,14 \pm 0,65^g$	$5,07 \pm 0,51^d$	$6,28 \pm 0,49^c$	$18,92 \pm 0,17^e$
BRS Aracê	$8,70 \pm 0,56^{ef}$	$5,05 \pm 0,33^d$	$6,43 \pm 0,34^{bc}$	$19,70 \pm 0,20^e$
BRS Novaera	$10,05 \pm 0,70^b$	$5,37 \pm 0,33^{bc}$	$7,11 \pm 0,45^a$	$25,72 \pm 0,23^b$
BRS Bené	$9,47 \pm 0,60^c$	$6,41 \pm 0,54^a$	$7,34 \pm 0,47^a$	$26,34 \pm 0,58^b$
BRSTumucumaque	$9,32 \pm 0,70^{cd}$	$5,11 \pm 0,30^{cd}$	$6,47 \pm 0,35^{bc}$	$22,98 \pm 0,10^c$
BRS Rouxinol	$8,20 \pm 0,71^g$	$4,72 \pm 0,48^e$	$6,52 \pm 0,45^{bc}$	$16,74 \pm 0,17^f$
BRS Utinga	$10,26 \pm 0,68^b$	$5,44 \pm 0,35^b$	$6,53 \pm 0,36^{bc}$	$26,64 \pm 0,47^b$
BRS Guirá	$8,58 \pm 0,79^{efg}$	$5,01 \pm 0,36^d$	$6,63 \pm 0,37^b$	$21,40 \pm 0,43^d$
BRS Natalina	$5,34 \pm 0,47^h$	$3,49 \pm 0,24^f$	$4,22 \pm 0,31^d$	$7,08 \pm 0,060^g$
BRS Imponente	$11,74 \pm 1,00^a$	$6,18 \pm 0,51^a$	$7,34 \pm 0,46^a$	$37,38 \pm 0,33^a$
CV (%)	18,19%	15,42%	13,44%	31,41%

Os valores são expressos como média $\pm$ desvio padrão ($n = 50$). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as cultivares, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: A autora, 2026.

Em relação a largura, a cultivar BRS Bené apresentou maior valor ($6,41 \pm 0,54$) não diferindo estatisticamente da BRS Imponente ($6,18 \pm 0,51$). Freire Filho *et al.* (2022a) destacam a BRS Bené como uma cultivar com grande potencial de mercado no Pará e em outros estados do país, devido suas características agrônômicas e de grão. No quesito espessura, BRS Imponente, BRS Bené e BRS Novaera formaram

um grupo homogêneo, com valores médios de $7,34 \pm 0,46$ mm, $7,34 \pm 0,47$ mm, $7,11 \pm 0,45$ mm, respectivamente.

Em contraste, a cultivar BRS Natalina apresentou as menores médias em todas as variáveis, sendo seus valores significativamente inferiores aos de todas as demais cultivares avaliadas. O peso de 100 grãos ($7,08 \pm 0,06$), obtido neste estudo para a cultivar, corrobora com a sua classificação, estando em consonância com a descrição de Freire Filho *et al.* (2022b). Estes autores caracterizam a BRS Natalina como pertencente a subclasse comercial tipo manteiguinha, destacando suas características peculiares, tais como seus grãos extra pequenos, que apresentam um peso médio de 100 grãos de 7,7 g.

A variabilidade observada no tamanho e na massa dos grãos entre as cultivares de feijão-caupi reflete a diversidade genética da espécie e destaca a importância desses atributos na definição dos perfis das cultivares. Diferenças em comprimento, largura, espessura e massa dos grãos são amplamente documentadas e dependem principalmente do genótipo (Kim *et al.*, 2025; Martins *et al.*, 2023; Traore *et al.*, 2022). Do ponto de vista tecnológico, esses atributos contribuem para a uniformidade do produto e podem influenciar o manuseio pós-colheita e o desempenho no processamento. Grãos maiores são frequentemente associados a preferências específicas de mercado (Gopadile *et al.*, 2024; Ira *et al.*, 2019), enquanto variações nas dimensões dos grãos podem afetar parâmetros operacionais como hidratação e cocção (Wainaina *et al.*, 2021). No entanto, a ausência de uma relação, consistente entre o tamanho do grão e a cinética de hidratação indica que a morfologia externa, isoladamente, não explica o desempenho tecnológico, sugerindo um papel importante de fatores estruturais internos e composicionais (Perera *et al.*, 2023).

3.2 Cinética de hidratação

Os dados experimentais de hidratação obtidos para cada cultivar de feijão-caupi foram utilizados para identificar o modelo cinético que melhor descreveu o comportamento de hidratação dos grãos. Entre os modelos avaliados, o modelo exponencial decrescente com assíntota ($y = a - b.c^x$) apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais, com base no maior coeficiente de determinação (R^2) e nos menores valores de erro quadrático médio da raiz (RMSE). Os parâmetros estimados do modelo selecionado estão apresentados na Tabela 2. O coeficiente de determinação (R^2) variou de 0,981 a 0,999, enquanto os valores de RMSE variaram

de 1,56 a 8,48. A maioria das cultivares apresentou valores de R^2 iguais ou superiores a 0,996 e valores de RMSE inferiores a 5,0, indicando um ajuste satisfatório do modelo aos dados experimentais.

Tabela 2 – Parâmetros (a, b, c), coeficientes de determinação (R^2) e erro quadrático médio da raiz (RMSE) dos modelos de hidratação* ajustados às cultivares de feijão-caupi.

Cultivar	Parâmetros			R^2	RMSE
	a	b	c		
BRS Marataoã	57,553	47,837	0,621	0,998	2,447
BRS Guariba	58,545	47,592	0,176	0,999	3,060
BRS Pajeú	59,628	49,633	0,730	0,981	7,024
BRS Aracê	57,027	47,278	0,094	0,998	3,187
BRS Novaera	54,728	43,720	0,136	0,998	4,016
BRS Bené	57,148	48,491	0,538	0,996	4,656
BRSTumucumaque	59,290	50,524	0,279	0,999	1,561
BRS Rouxinol	58,775	47,956	0,602	0,993	8,480
BRS Utinga	55,969	45,078	0,207	0,999	1,584
BRS Guirá	58,180	46,696	0,420	0,999	3,042
BRS Natalina	55,877	46,092	0,302	0,997	4,536
BRS Imponente	56,399	45,913	0,246	0,999	1,836

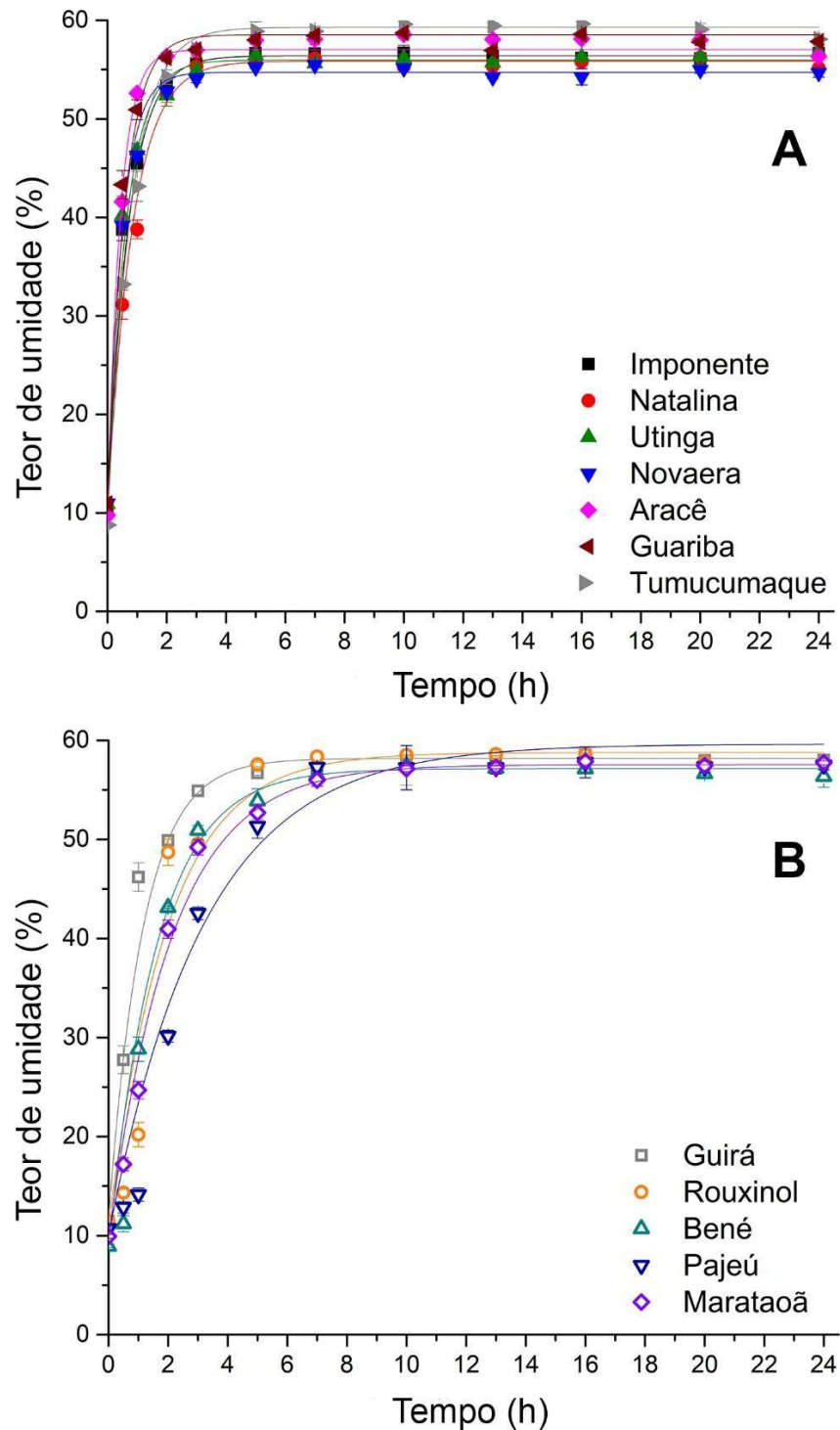
*Modelo exponencial decrescente com assíntota: $y = a - b \cdot c^x$, em que y representa a absorção de água (%) no tempo x, a é a absorção de água (%) em equilíbrio, b é uma constante relacionada à condição inicial e c é a constante de taxa de hidratação.

Fonte: A autora, 2026.

Todas as cultivares apresentaram curvas de hidratação caracterizadas por rápida absorção inicial de água, seguida por uma redução gradual na taxa de absorção até o alcance do equilíbrio. Tais resultados se alinham com o que os autores Isa *et al.* (2019), relataram em seu trabalho sobre modelagem das características de hidratação de cinco variedades de grãos de feijão-fradinho, deste modo, demonstraram que houve absorção rápida seguida por desaceleração até o equilíbrio nas variedades de feijão-caupi.

A absorção de água em equilíbrio variou de 55% a 60% entre as cultivares. Diferenças na taxa de hidratação foram observadas entre as cultivares (Figura 2). Com base nos perfis de hidratação, dois padrões distintos foram identificados. Cultivares de hidratação precoce (Figura 2A) atingiram valores de absorção de água superiores a 50% nas primeiras 2 h e se aproximaram do equilíbrio entre 3 e 5 h. Em contraste, cultivares de hidratação tardia (Figura 2B) apresentaram absorção inicial de água mais lenta, atingindo níveis de umidade semelhantes entre 3 e 5 h e se aproximando do equilíbrio entre 8 e 10 h.

Figura 2 – Cinética de hidratação de cultivares de feijão-caupi. (A) Cultivares de hidratação precoce; (B) cultivares de hidratação tardia.



*Os valores são expressos como média $\pm$ desvio padrão ($n = 3$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

A cinética de hidratação revelou padrões distintos entre as cultivares, caracterizados por diferenças na taxa de absorção de água, e não no teor de umidade

de equilíbrio. Embora todas as cultivares tenham atingido níveis finais de hidratação semelhantes, o tempo necessário para se aproximar do equilíbrio variou consideravelmente, permitindo a identificação de perfis de hidratação precoce e tardia. Esse comportamento reforça que a hidratação não é determinada apenas pelo tamanho do grão. Em vez disso, é fortemente influenciada por propriedades estruturais, especialmente a permeabilidade do tegumento e a organização interna, que regulam a difusão de água no grão (Coffigniez e Briffaz, 2023; Isa *et al.*, 2019; Miano *et al.*, 2018). Essas diferenças são tecnologicamente relevantes, pois afetam diretamente o tempo de embebição antes do processamento. Cultivares com hidratação mais rápida são mais adequadas para aplicações que exigem menor tempo de preparo, enquanto aquelas com hidratação mais lenta podem demandar períodos de embebição mais prolongados.

Para a análise do tempo de cocção, o tempo de embebição adotado para as cultivares de hidratação precoce (Figura 2A) foi de 5 horas, enquanto para as cultivares de hidratação tardia (Figura 2B) foi de 10 horas.

3.3 Desempenho de cocção

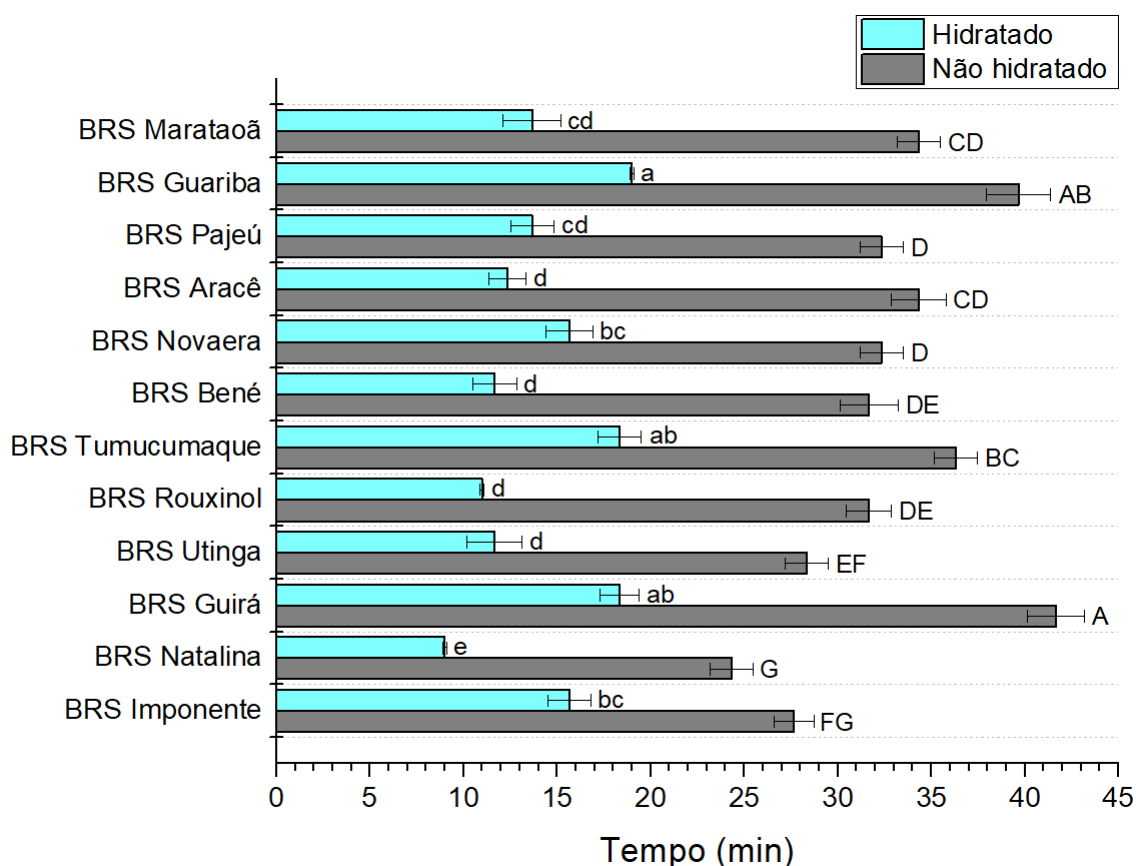
Diferenças significativas no tempo de cocção foram observadas entre as cultivares de feijão-caupi ($p < 0,05$), tanto em condições de grãos hidratados quanto não hidratados (Figura 3).

Para grãos hidratados, a cultivar BRS Natalina obteve o menor tempo de cozimento (9 min), diferindo-se estatisticamente dos demais resultados encontrados. Segundo dados relatados pelos autores Freire Filho *et al.* (2022b); Carvalho *et al.* (2022), o tempo de cozimento encontrado no presente estudo foi inferior ao descrito na literatura para tal cultivar. Tais diferenças nos tempos de cocção podem ser atribuídas à variação na metodologia utilizada, principalmente em relação aos materiais de cozimento. Em contraste, a cultivar BRS Guariba obteve o maior valor numérico de tempo de cocção, aproximadamente 19 min, não se diferindo estatisticamente das cultivares BRS Tumucumaque e BRS Guirá, que dispuseram de valores aproximados. Entretanto, esses valores foram superiores aos reportados por Carvalho *et al.* (2011) em seu trabalho sobre tempo de cozimento de cultivares de feijão-caupi, onde as cultivares BRS Guariba e BRS Tumucumaque obtiveram os seguintes tempos de cocção respectivamente 16,3 min e 13,6 min quando hidratadas.

Para grãos não hidratados, a cultivar BRS Natalina obteve o menor tempo de cozimento, de $\cong 24$ min, não se diferenciando estatisticamente da cultivar BRS Imponente que obteve um valor de $\cong 28$ min. Em contrapartida, a cultivar BRS Guirá teve o maior tempo de cocção dentre as cultivares analisadas, com $\cong 41$ min, não se diferenciando estatisticamente da cultivar BRS Guariba que teve tempo de cocção em torno de $\cong 40$ min, valores superiores aos encontrados por Carvalho *et al.* (2011) em relação a não imersão prévia dos grãos em água, ou seja, a sua hidratação prévia.

Em todas as cultivares, o tempo de cocção foi menor nos grãos hidratados em comparação aos grãos não hidratados.

Figura 3 – Tempo de cocção (min) de grãos hidratados (azul) e não hidratados (cinza).



*Os valores são expressos como média $\pm$ desvio padrão ($n = 3$). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as cultivares dentro de cada condição ($p < 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

O desempenho de cocção também variou entre as cultivares e foi melhorado pela hidratação prévia, confirmando o papel da absorção de água como etapa prévia necessária para o amolecimento térmico (Wood, 2017). Apesar de apresentarem teores de umidade de equilíbrio semelhantes, as cultivares exibiram tempos de cocção distintos tanto em condições hidratadas quanto não hidratadas, indicando que a

absorção de água, isoladamente, não determina completamente o comportamento de amolecimento. Essa variabilidade está provavelmente associada a fatores estruturais, como a resistência do tegumento, a composição da parede celular e a integridade das pectinas da lamela média, que influenciam a desorganização das estruturas celulares durante o aquecimento (Rostamirad *et al.*, 2024; Wainaina *et al.*, 2021). Esses resultados evidenciam a necessidade de avaliar hidratação e desempenho de cocção como atributos relacionados, porém independentes, especialmente em aplicações de processamento nas quais o tempo de cocção é um fator crítico.

3.4 Composição centesimal e valor energético

A análise da composição centesimal e do valor energético dos grãos de 12 cultivares de feijão-caupi (Tabela 3), demonstrou que as variáveis nutricionais são influenciadas pelas características distintas de cada cultivar.

Com 26,74 g/100 g, a cultivar BRS Guirá obteve o teor de proteína mais elevado, distinguindo-se estatisticamente das demais cultivares avaliadas. Entretanto, esse teor ficou abaixo do valor 29,43 g/100 g encontrado para mesma cultivar no trabalho descrito por Carvalho *et al.* (2022), que avaliaram as propriedades físico-químicas, nutritivas e tempo de cocção dos grãos de feijão-caupi, logo após a colheita e após armazenamento por 180 dias. Embora as demais cultivares tenham apresentado valores inferiores, estes estão em consonância com a variação reportada na literatura para a percentagem de proteína em leguminosas amiláceas, que tipicamente varia de 20% a 30% de proteína (Phillips *et al.*, 2003). Essa cultivar também se destacou pelo elevado teor de fibras (7,07 g/100 g), não diferindo estatisticamente da cultivar BRS Pajeú, mas, foram superiores aos teores das demais cultivares avaliadas no presente estudo. Todavia, Ferreira Neto *et al.* (2006) ao estudarem a composição química dos grãos secos em genótipos de feijão-caupi, afirmaram que a cultivar BRS Guariba e a linhagem TE97-3096-24 foram boas fontes de proteína, cálcio e fibra.

Quanto ao teor de cinzas, a cultivar BRS Aracê destacou-se com o maior valor, 3,39 g/100 g, não diferindo estatisticamente das cultivares BRS Guirá, BRS Tumucumaque, BRS Guariba, BRS Marataoã e BRS Rouxinol. Estes resultados assemelham-se ao valor reportado por Pinheiro *et al.* (2013) em trabalho realizado com composição centesimal e efeito do cozimento no genótipo de feijão-caupi, onde encontraram 3,56 g/100 g para grão Pingo de ouro. Nota-se, portanto, que os valores

das cultivares avaliadas são condizentes com a literatura, variando conforme as características de cada genótipo. No que tange à umidade, as cultivares apresentaram uma variação entre 8,76% e 11,47%. Os maiores teores foram observados nas cultivares BRS Guirá e BRS Rouxinol, que diferiram estatisticamente dos demais materiais, embora todos os valores permaneçam dentro da faixa média descrita para a cultura.

Quanto a fração lipídica, a análise revelou teores predominantemente baixos na maioria das cultivares, situando-se abaixo de 1,0 g/100 g. Esses resultados corroboram com o perfil nutricional típico de *Vigna unguiculata*. Embora os valores médios da literatura indicarem uma concentração lipídica em torno de 1,43% para grãos de feijão-caupi, observou-se uma variação entre os materiais estudados (Cardoso *et al.*, 2017). As cultivares BRS Natalina (2,88g/100 g) e BRS Novaera (2,33g/100 g) exibiram teores superiores à média geral, porém similares aos achados de Maia *et al.* (2000). Ao analisarem frações proteicas, composição de aminoácidos e constituintes antinutricionais de cultivares de feijão-caupi de alto rendimento, esses autores reportaram oscilações entre 1,2 e 3,5 g/100 g para a cultura.

Os teores de carboidratos apresentaram oscilação entre 57,75% (BRS Guirá) e 65,72% (BRS Bené), sendo que as cultivares BRS Bené (65,72%), BRS Tumucumaque (64,73%) e BRS Imponente (64,10%) destacaram-se com os maiores índices, sem apresentar diferença estatística entre si. O valor encontrado para a BRS Guirá está abaixo da média de 64% para o conteúdo de carboidratos descritos por Rocha (2021) em seu estudo sobre qualidade tecnológica dos grãos. Em contrapartida, as demais cultivares apresentaram valores similares ou superiores a essa referência, reforçando o potencial dessas linhagens na determinação da textura e densidade do caldo, atributos diretamente influenciados pelo conteúdo de carboidratos da amostra.

A respeito do valor energético das cultivares, houve variação de 336,95 kcal/100 g (BRS Rouxinol) a 362,46 kcal/100 g (BRS Natalina). Os resultados se alinham aos índices reportados para a espécie (365,16 kcal/100 g a 371, 92 kcal/100 g), descritos por Gomes *et al.* (2021)) em

estudo sobre a composição química e valor energéticos total de grãos imaturos de linhagens e cultivares de feijão caupi. Tais dados confirmam que o feijão caupi mantém um perfil estável, com variações dependentes da linhagem.

Tabela 3 – Composição centesimal (g 100 g⁻¹) e valor energético (kcal 100 g⁻¹) de cultivares de feijão-caupi.

Cultivar	Umidade	Cinza	Proteína	Lípido	Carboidrato ¹	Fibra	Valor energético ²
BRS Marataoã	9,92 ± 0,20 ^d	3,25 ± 0,01 ^{abc}	22,46 ± 0,29 ^c	0,44 ± 0,12 ^b	63,92 ± 0,67 ^{ab}	4,66 ± 0,20 ^{bc}	349,50 ± 5,35 ^{ab}
BRS Guariba	10,94 ± 0,11 ^b	3,26 ± 0,00 ^{abc}	22,75 ± 0,29 ^c	0,55 ± 0,19 ^b	62,50 ± 0,58 ^{bc}	4,07 ± 0,34 ^{bc}	345,95 ± 4,92 ^{ab}
BRS Pajeú	10,72 ± 0,17 ^{bc}	3,18 ± 0,04 ^c	24,40 ± 0,34 ^b	0,33 ± 0,02 ^b	60,08 ± 0,57 ^{cd}	5,75 ± 1,11 ^{ab}	340,92 ± 3,22 ^{ab}
BRS Aracê	9,75 ± 0,16 ^d	3,39 ± 0,07 ^a	22,56 ± 0,29 ^c	1,11 ± 0,19 ^b	63,20 ± 0,67 ^{ab}	4,54 ± 0,11 ^{bc}	353,01 ± 5,33 ^{ab}
BRS Novaera	10,95 ± 0,12 ^b	2,70 ± 0,04 ^d	20,03 ± 0,73 ^d	2,33 ± 0,34 ^a	63,99 ± 1,22 ^{ab}	3,31 ± 0,28 ^c	357,06 ± 10,84 ^{ab}
BRS Bené	8,93 ± 0,17 ^e	3,11 ± 0,04 ^c	21,58 ± 0,88 ^{cd}	0,66 ± 0,01 ^b	65,72 ± 1,07 ^a	5,58 ± 1,15 ^b	355,16 ± 7,83 ^{ab}
BRS Tumucumaque	8,76 ± 0,06 ^e	3,37 ± 0,04 ^{ab}	22,36 ± 0,17 ^c	0,77 ± 0,21 ^b	64,73 ± 0,73 ^{ab}	4,64 ± 0,05 ^{bc}	357,36 ± 8,58 ^{ab}
BRS Rouxinol	11,46 ± 0,13 ^a	3,23 ± 0,09 ^{abc}	23,04 ± 0,29 ^{bc}	0,33 ± 0,01 ^b	60,46 ± 0,52 ^c	5,13 ± 0,27 ^{bc}	336,95 ± 3,22 ^c
BRS Utinga	10,89 ± 0,10 ^b	2,74 ± 0,06 ^d	21,97 ± 0,45 ^c	0,88 ± 0,39 ^b	63,52 ± 0,94 ^{ab}	3,80 ± 0,18 ^b	349,91 ± 8,48 ^{ab}
BRS Guirá	11,47 ± 0,11 ^a	3,38 ± 0,03 ^a	26,74 ± 0,73 ^a	0,67 ± 0,13 ^b	57,75 ± 1,19 ^d	7,07 ± 0,05 ^a	343,93 ± 10,70 ^{ab}
BRS Natalina	9,80 ± 0,15 ^d	3,19 ± 0,02 ^{bc}	21,58 ± 0,58 ^{cd}	2,88 ± 0,68 ^a	62,55 ± 1,41 ^{bc}	3,41 ± 0,24 ^c	362,46 ± 13,81 ^a
BRS Imponente	10,49 ± 0,02 ^c	2,69 ± 0,03 ^d	22,07 ± 0,73 ^c	0,66 ± 0,02 ^b	64,10 ± 0,78 ^{ab}	3,40 ± 0,35 ^c	350,60 ± 6,02 ^{ab}
CV (%)	8,64%	8,33%	7,35%	82,96%	3,59%	28,66%	2,11%

Os valores são expressos como média ± desvio padrão (n = 3). Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as cultivares (p < 0,05).

¹ Os carboidratos foram calculados por diferença: 100 - (lipídios + proteínas + cinzas + umidade).

² O valor energético foi calculado como a soma das calorias fornecidas por lipídios, proteínas e carboidratos. Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

As diferenças na composição centesimal reforçam a diversidade entre as cultivares e destacam o potencial de seleção de materiais com perfis nutricionais distintos. As variações nos teores de proteínas, fibras, lipídios e carboidratos foram consistentes com valores previamente relatados para o feijão-caupi, confirmando sua relevância como fonte de nutrientes de origem vegetal (Chipeta *et al.*, 2024; Affrifah *et al.*, 2022; Martins Ferreira *et al.*, 2022). Proteínas e fibras apresentaram maior variabilidade, indicando potencial para identificação de genótipos com valor nutricional aprimorado. Nesse contexto, destaca-se a cultivar BRS Guirá, apresentou os maiores teores de fibras e proteínas. O teor de lipídios permaneceu baixo na maioria das cultivares, embora BRS Novaera e BRS Natalina tenham apresentado valores mais elevados. Apesar dessas variações composicionais, o valor energético total permaneceu relativamente estável, em função da predominância de carboidratos. Notavelmente, não foi observada associação consistente entre características composicionais e tecnológicas, sugerindo que atributos nutricionais e de processamento podem variar de forma independente. Essa independência amplia as possibilidades de seleção de cultivares de acordo com objetivos nutricionais ou tecnológicos específicos.

4. CONCLUSÕES

Observou-se diversidade na caracterização física dos grãos de feijão-caupi, com a cultivar BRS Imponente apresentando os maiores grãos e a BRS Natalina os menores.

Foram identificados dois comportamentos de hidratação entre a cultivares, classificados como precoce e tardio, bem como dois padrões de cocção, com e sem hidratação prévia, destacando-se a cultivar BRS Natalina pelo melhor desempenho em ambas as condições.

A cultivar BRS Guirá apresentou os maiores teores de proteínas e fibras.

Os resultados demonstram que as características de cada cultivar determinam seu potencial de aplicação, seja para fins tecnológicos ou nutricionais.

5. REFERÊNCIAS

AFFRIFAH, N. S.; PHILLIPS, R. D.; SAALIA, F. K. Cowpeas: Nutritional profile, processing methods and products—A review. **Legume Science**, Hoboken, v. 4, n. 3, e131, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/leg3.131>.

AOAC. (2010). Official Methods of Analysis. 18th edn. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.

CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SOBRINHO, C. A. **Feijão-caupi: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Meio-Norte, 2017. 244 p.

CARVALHO, A. V.; GOMES JUNIOR, R. A.; FREITAS, A. F.; BASSINELLO, P. Z.; FREIRE FILHO, F. R. **Qualidade de novas cultivares de feijão-caupi durante o armazenamento**. Belém, PA: Embrapa Amazônia oriental, 2022. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 157). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1145708>>. Acesso em: 17 jun 2026.

CARVALHO, L. M. J.; PEREIRA, E. J.; VIANA, D. S.; NUTTI, M. R.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; CARVALHO, J. L. V. Tempo de cozimento de cultivares de feijão-caupi. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 4., 2011, Teresina. **Palestras e resumos...** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos; Teresina: Embrapa Meio -Norte, 2011. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/916079>>. Acesso em 17 jun 2026.

CHIPETA, M. M.; YOHANE, E.; KAFWAMBIRA, J.; KAMPANJE-PHIRI, J. Genetic Variability and Interrelationships of Grain, Cooking, and Nutritional Quality Traits in Cowpea: Implications for Cowpea Improvement. **Agriculture**, v.14, n. 4, p. 633, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14040633>.

COFFIGNIEZ, F.; BRIFFAZ, A. Modelling of the nutritional behaviour of cowpea seeds during soaking, germination and cooking process. **Food Chemistry**, v. 401, p.134177, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134177>.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: nono levantamento** (2026). Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/9o-levantamento-safra-2025-26/9o-levantamento-safra-2025-26>>. Acesso em: 18 jun 2026.

FERREIRA NETO, J. R. C.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, S. M. S., LOPES, A. C. A.; FRANCO, L. J. D. **Composição química dos grãos secos em genótipos de feijão-caupi**. Teresina: Embrapa-meio-Norte, 2006. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/68741>>. Acesso em: 18 jun 2026.

FREIRE FILHO, F. R.; RODRIGUES, J. E. L. F.; GOMES JUNIOR, R. A.; AZEVEDO, R.; RIBEIRO, V. Q.; BOARI, A. J.; BENCHIMOL, R. L.; CARVALHO, A.

V.; HUSNY, J. C.; E. **BRS Bené**: cultivar de feijão-caupi de grãos grandes e tegumento marrom para o estado do Pará. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2022a. 12 p. (Comunicado Técnico, 347). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1145906>>. Acesso em: 18 jun 2026.

FREIRE FILHO, F. R.; RODRIGUES, J. E. L. F.; GOMES JUNIOR, R. A.; AZEVEDO, R.; RIBEIRO, V. Q.; BOARI, A. J.; BENCHIMOL, R. L.; CARVALHO, A. V.; HUSNY, J. C.; E. **BRS Natalina**: primeira cultivar de feijão-caupi do tipo manteiguinha para o estado do Pará. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2022b. 11 p. (Comunicado Técnico, 350). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1145966>>. Acesso em: 18 jun 2026.

FREIRE FILHO, F. R.; RODRIGUES, J. E. L. F.; RIBEIRO, V. Q.; GOMES JUNIOR, R. A.; AZEVEDO, R. Produtividade de linhagens de feijão-caupi tipo tradicional no estado do Pará. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 5., 2019, Fortaleza. **Sustentabilidade e inovações tecnológicas para o feijão-caupi: desafios e perspectivas. Anais [...]**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará: Embrapa Meio-Norte, 2019. 5 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1119339/produtividade-de-linhagens-de-feijao-caupi-tipo-tradicional-no-estado-do-para>>. Acesso em: 18 jun 2026.

GOMES, F. O.; SILVA, I. C. V.; FREITAS, T. L. T.; RODRIGUES, L. L.; SABÓIA, R. C. B.; ROCHA, M. M. Composição química e valor energético total de grãos imaturos de linhagens e cultivares de feijão caupi. *In*: CORDEIRO, C. A. M.; SILVA, E. M.; EVANGELISTA-BARRETO, N. S. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**: pesquisa e práticas contemporâneas. 1. ed. Guarujá: Científica Digital, 2021. 2, 374-382. DOI: <https://doi.org/10.37885/210805934>.

GOPADILE, O. D.; KOBUE-LEKALAKE, R.; MOKOBI, B.; BULTOSA, G. Physicochemical, Cooking Quality and Sensory Acceptability of Three Cowpea Varieties Grown in Botswana. **Asian Journal of Dairy and Food Research**, 2024. (Of). DOI: <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-356>.

GULL, M.; SOFI, P. A.; MIR, R. R.; ARA, A.; RASHID, M.; TAHIR, M.; SHAFI, S.; RATHER, I. A. Natural Variation for Seed Physical and Hydration Parameters in Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in Relation to Hard to Cook Trait. **International Journal of Pure & Applied Bioscience**, v.5, n.4, p. 321–330, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18782/2320-7051.3000>.

IRA, A. H.; ZHENYU, J.; FRANCIS, K. (2019). Market preferences for cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) dry grain in Ghana. **African Journal of Agricultural Research**, v.14, n.22, p. 928–934, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2019.13997>.

ISA, J.; OYERINDE, A. S.; JIMOH, K. A.; JEEGEDE, A. O. Modelling of hydration characteristics of five varieties of cowpea grains. **American**

Journal of Food Science and Technology, v. 7, n. 2, p. 53-58, 2019. DOI: 10.9734/afsj/2019/v8i329991.

KIM, D.-K.; OCHAR, K.; IWAR, K.; HA, B.-K.; & KIM, S.-H. Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) production, genetic resources and strategic breeding priorities for sustainable food security: A review. **Frontiers in Plant Science**, v.16, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1562142>.

MAIA, F. M.; OLIVEIRA, J. T.; MATOS, M. R.; MOREIRA, R. A.; VASCONSELOS, I. M. Proximate composition, amino acid content and haemagglutinating and trypsin-inhibiting activities of some Brazilian *Vigna unguiculata* (L.) Walp cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 4, p. 453-458, 2000.

FERREIRA, W. M.; LIMA, G. R.; MACEDO, D. C.; FREIRE JÚNIOR, M.; PIMENTEL, C. Cowpea: A low-cost quality protein source for food safety in marginal areas for agriculture. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n.12, p.10343, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103431>.

MARTINS, M. D. P. S. C.; LOPES, A. F. D. S.; JEAN, A., Damasceno-Silva, K. J.; Martins, M. D. C. E.; Rocha, M. D. M. Characterization of cowpea cultivars for grain size, color, and biofortification. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 1, p. 207–214, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n122rc>.

MIANO, A. C.; SABADOTI, V. D.; PEREIRA, J. D. C.; AUGUSTO, P. E. D. Hydration kinetics of cereal and pulses: New data and hypothesis evaluation. **Journal of Food Process Engineering**, v. 41, n. 1, p. e12617, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpe.12617>.

MORAIS, S. J. D. S.; DEVILLA, I. A.; FERREIRA, D. A.; TEIXEIRA, I. R. Modelagem matemática das curvas de secagem e coeficiente de difusão de grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 455–463, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000300006>

MORENO, L. A.; OLIVEIRA, G. R. F.; BATISTA, T. B.; BOSSOLANI, J. W.; DUCATTI, K. R.; GUIMARÃES, C. C.; SILVA, E. A. A. Quality of cowpea seeds: A food security strategy in the tropical environment. **PLOS ONE**, v. 17, n. 10, p. e0276136, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276136>.

OLIVEIRA, A. M. C. D.; JEAN, A.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. D. R.; FRANCO, L. J. D.; & ROCHA, M. D. M. Proximate composition, minerals, tannins, phytates and cooking quality of commercial cowpea cultivars. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 3, p. 702–710, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n322rc>.

PEREIRA, A. M.; ÁVILA, B. P.; SOUZA, E. J. D. D.; & GULARTE, M. A. Descomplicando a Análise Sensorial: Grãos e Derivados. **Mérida Publishers**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-1-2>

PERERA, D.; DEVKOTA, L.; GARNIER, G.; PANOZZO, J.; & DHITAL, S. Hard-to-cook phenomenon in common legumes: Chemistry, mechanisms and utilisation. **Food Chemistry**, v. 415, p. 135743, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135743>

PHILLIPS, R. D.; MCWATTER, K. H.; CHINNAN, M. S.; HUNG, Y.; BEUCHAT, L. R.; SEFA-DEDEH, S.; SAKY-DAWSON, E.; NGODDY, P.; NNANYELUGO, D.; ENWERE, J.; KOMEY, N. S.; LIU, K.; MENSA-WILMOT, Y.; NNANNA, I. A.; OKEKE, C.; PRINYAWIWATKUL, W.; SAALIA, F. K. Utilization of cowpeas for human food. **Field Crops Research**, v.82, n. 2-3, p. 193-213, mai. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00038-8](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00038-8).

PINHEIRO, E. M.; CUNHA, E. M. F.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; ROCHA, M. M. Composição centesimal e efeito do cozimento no genótipo de feijão-caupi pingo de ouro-1-2. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3, 2013, Recife. **Resumos...**teresina: Embrapa Meio-Norte, 2013. P. 1-5. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/961889/composicao-centesimal-e-efeito-do-cozimento-no-genotipo-de-feijao-caupi-pingo-de-ouro-1-2>. Acesso em: 17 jun 2026.

PRASADI, V. P. N.; SOMARATNE, G. M.; PRASANTHA, B. D. R., ABEYRATHNE, C. K.; ABHAYAWARDHANA, P. H. R. M. M., & WIMALASIRI, K. M. S. Effect of hermetic storage on the development of hard-to-cook characteristics and nutritional properties of mungbean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Journal of Stored Products Research**, v. 104, p.102197, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2023.102197>.

ROCHA, M. M.; **Qualidade tecnológica dos grãos**. Brasília: Embrapa Meio-Norte. (2021). Disponível em: < <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao-caupi/pos-producao/qualidade-tecnologica-dos-graos>>. Acesso em:18 jun 2026.

ROSTAMIRAD, S.; DUODU, K. G.; MEYER, J. P.; & SHARIFPUR, M. Effect of ultrasonication and temperature on hydration process and hardness of two cowpea types. **Journal of Food Process Engineering**, v. 47, n.10, p. e14731, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpe.14731>.

ROSTAMIRAD, S.; DUODU, K. G.; MEYER, J. P.; & SHARIFPUR, M. Influence of ultrasonication during soaking on water absorption and Softness characteristics in the cooking process of cowpea. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.112, p.107208, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2024.107208>.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

TRAORE, K.; SAWADOGO, P.; BATIÉNO, T. B. J.; SAWADOGO, N.; ZONGO, H.; PODA, S. L.; TIGNEGRÉ, J. B. D. S.; OUÉDRAOGO, T. J.; & SAWADOGO, M. (2022). Physical and Cooking Characteristics of Six Cowpea Varieties Seeds Cultivated in Burkina Faso. **American Journal of Plant Sciences**, v.13, n. 7p. 929–942, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2022.137061>.

VALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. **Feijão-Caupi: do Plantio à Colheita**. [S. l.]: UFV, 2017.

WAINAINA, I.; WAFULA, E.; SILA, D.; KYOMUGASHO, C., GRAUWET, T., VAN LOEY, A., & HENDRICKX, M. Thermal treatment of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.): Factors determining cooking time and its consequences for sensory and nutritional quality. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.20, n. 4, p. 3690–3718, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12770>.

Wood, J. A. (2017). Evaluation of Cooking Time in Pulses: A Review. **Cereal Chemistry**, v. 94, n. 1, p. 32–48, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-05-16-0127-Fl>.