

Caracterização física e tecnológica de marcas comerciais de feijão comum

Ana Gabriela Strohaecker Gomes¹, Ana Paula Moraes Mourão Simonetti^{1*}, Leticia Barbosa Silva^{2*}

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*} annagabrielagomes15@gmail.com

Resumo: O *Phaseolus vulgaris* L., conhecido popularmente como feijão, desempenha um papel significativo como fonte de proteína na dieta do povo brasileiro. Sua qualidade é influenciada por múltiplos fatores, sendo que os consumidores tendem a preferir produtos com características culinárias mais favoráveis, como maior capacidade de hidratação e menor tempo de cocção. O trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade tecnológica das marcas comerciais de grãos de feijão encontradas em supermercados da cidade de Cascavel-PR. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas variedades ('feijão-preto' e 'feijão-carioca'), e quatro marcas comerciais de feijão comum tipo 1, com três repetições. As avaliações foram realizadas no laboratório de qualidade de produtos agrícolas (LACON – UNIOESTE) e os grãos foram analisados quanto a cor, massa de 100 grãos, teor de água e coeficiente de hidratação dos grãos crus, tempo de cocção e índice de danos após cocção, sólidos solúveis e sólidos totais do caldo. Os dados provenientes das análises de caracterização física e tecnológica dos grãos foram descritos por meio do valor médio e desvio padrão, calculados a partir de três repetições para cada análise e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Conclui-se os dados reforçam que a qualidade tecnológica do feijão varia com o tipo e a marca.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; Qualidade dos grãos; Tempo de cocção; teor de água.

Physical and technological characterization of common bean commercial brands

Abstract: Abstract: *Phaseolus vulgaris* L., popularly known as beans, plays a significant role as a source of protein in the diet of the Brazilian people. Its quality is influenced by multiple factors, and consumers tend to prefer products with more favorable culinary characteristics, such as greater hydration capacity and shorter cooking time. The study aimed to evaluate the technological quality of commercial brands of beans found in supermarkets in the city of Cascavel-PR. The experimental design used was completely randomized, in a 2 x 4 factorial scheme, with two varieties ('black beans' and 'carioca beans'), and four commercial brands of common beans type 1, with three replicates. The evaluations were carried out in the agricultural product quality laboratory (LACON – UNIOESTE) and the beans were analyzed for color, mass of 100 beans, water content and hydration coefficient of raw beans, cooking time and damage index after cooking, soluble solids and total solids of the broth. The data from the physical and technological characterization analyses of the grains were described by means of the mean value and standard deviation, calculated from three repetitions for each analysis and submitted to analysis of variance and the means compared by the Tukey test at 5% probability. It is concluded that the data reinforce that the technological quality of the beans varies with the type and brand.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L.; Grain quality; Cooking time; water content

Introdução

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento fundamental na dieta dos brasileiros, o qual é uma excelente fonte de ferro, carboidratos e proteínas. Produzido em diferentes regiões do Brasil, sendo a agricultura familiar responsável pela maior parte da sua produção (BRASIL *et al.*, 2020). A agricultura familiar tem um papel essencial na produção de feijão nacional, o que contribui significativamente para a segurança alimentar e nutricional do país (SILVA *et al.*, 2018).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de feijão no Brasil tem apresentado um crescimento significativo nos últimos anos. Segundo os dados da Conab, a produção de feijão alcançou 2,98 milhões de toneladas no ano de 2022. Além disso, a produção de feijão no estado do Paraná tem se mantido em estabilidade nos últimos anos.

Existem diversos tipos de feijão comum, sendo os mais populares o feijão preto e o feijão carioca. De acordo com Dias *et al.* (2016), o feijão preto é conhecido por ser uma excelente fonte de ferro e fibras, sendo muito utilizado na culinária brasileira, principalmente em pratos como feijoada. Já o feijão carioca, também chamado de feijão mulatinho, é amplamente consumido no Brasil e possui um sabor suave e textura macia, sendo uma ótima fonte de proteínas e carboidratos, como destacado por Silva *et al.* (2018). Ambos os tipos de feijão são importantes na dieta dos brasileiros, contribuindo para uma alimentação saudável e equilibrada.

O beneficiamento do feijão é um processo essencial para garantir a qualidade e segurança do produto final. Conforme destacado por Santos *et al.* (2020), após a colheita, os grãos de feijão passam por diversas etapas, como a pré limpeza, secagem e classificação, visando remover impurezas, garantir a umidade adequada e separar os grãos danificados dos inteiros e bem formados. Além disso, a escovação dos grãos também é realizada para melhorar a aparência do produto, removendo sujeiras e poeira, o que contribui para a qualidade do feijão destinado à venda. Essas etapas são fundamentais para assegurar que o feijão esteja em condições ideais para o consumo, atendendo aos padrões de qualidade estabelecidos pela indústria alimentícia.

Diversos fatores podem interferir na cor do feijão, Lemes *et al.* (2015), afirmam que a presença de microrganismos, como fungos e bactérias, pode alterar a coloração do feijão devido à produção de metabólitos que causam pigmentação. O armazenamento inadequado e a exposição a altas temperaturas podem provocar o escurecimento do feijão, tornando-o menos

atrativo para o consumidor. No que diz respeito à massa de 100 grãos de feijão, a qualidade do produto final pode ser afetada pela presença de pragas e doenças, assim como por deficiências nutricionais que ocorrem durante o cultivo, o que, por sua vez, pode influenciar diretamente o peso dos grãos (SILVA *et al.*, 2018).

Segundo os autores Silva, Sousa e Oliveira (2017), fatores de cultivo e armazenamento e a idade do feijão pode influenciar significativamente o tempo de cozimento, feijões mais antigos tendem a demorar mais para amolecer no processo. Sobre os sólidos solúveis, pode ser diretamente influenciado dependendo da variedade do grão, o ambiente de cultivo, as práticas agronômicas utilizadas e o processamento pós-colheita (SILVA *et al.*, 2014). De acordo com Almeida *et al.* (2018), podem ocorrer variações nos teores de sólidos totais devido à perda de água e à degradação de componentes como proteínas, carboidratos e fibras, durante o processo de secagem e armazenamento do feijão. Assim como, a maturação incompleta do grão também pode impactar negativamente nos sólidos totais, o que prejudica a qualidade nutricional do alimento. Ribeiro *et al.* (2019), afirmam que o cozimento do feijão pode levar à redução dos teores de vitaminas, minerais e antioxidantes, o que pode impactar negativamente na qualidade nutricional do alimento.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade tecnológica das marcas comerciais de grãos de feijão, (variedade Carioca e Preto), comercializados em supermercados da cidade de Cascavel – PR.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em Cascavel, no Oeste do Paraná, no ano de 2024, primeiramente com a amostragem de feijões em supermercados da cidade. Os grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) adquiridos foram tipo 1 e disponíveis em embalagem de 1kg, garantindo que as datas de envase fossem próximas e recentes, maio a junho de 2024. O feijão da categoria tipo 1 é aquele que cumpre os padrões de qualidade estabelecidos pela legislação, caracterizando-se como um produto de alta qualidade, isento de quebras, sujeiras, impurezas ou misturas (KNABBEN, 2012). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas variedades (‘feijão-preto’ e ‘feijão-carioca’), e quatro marcas comerciais de feijão comum tipo 1, com três repetições. As marcas de feijão preto e carioca selecionadas foram: Caldo bom®; Itasa®; Pontarollo® e Sabor Sul®. A fim de não revelar essas marcas junto com seus resultados, elas foram identificadas como A, B, C e D respectivamente para os testes de comparação.

As análises foram realizadas no Laboratório de qualidade de produtos agrícolas (LACON) na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Cascavel Paraná. Para determinação da caracterização física dos grãos de feijão, o material foi retirado das embalagens um dia antes da realização das análises e mantido em temperatura ambiente.

Com os grãos crus foi determinado o teor de água (%), massa de 100 grãos (g), coeficiente de hidratação e coloração do grão. Posteriormente, os grãos foram cozidos e analisado o tempo de cocção (min) e o índice de danos após cocção (%). Com o caldo, foram analisados os sólidos solúveis (°Brix) e o sólidos totais (%)

O teor de água foi determinado utilizando o método padrão de estufa na temperatura $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, com amostras iniciais de 5,0 g de grãos, até sua massa constante (BRASIL, 2009). A massa de 100 grãos foi determinada fazendo-se o uso de uma balança com resolução de 0,001g e os resultados expressos em $\text{g}\cdot 100\text{ grãos}^{-1}$ para cada marca estudada (OOMAH *et al.*, 2011).

O coeficiente de hidratação (CH) antes do cozimento e processamento, foi determinado aplicando-se metodologia proposta por Ertas (2011). Foram feitas as medidas amostrais em triplicata de aproximadamente 30 g e então foram acondicionadas em béqueres com capacidade de 250 mL adicionados 100 mL de água destilada, mantendo por 16 horas em condição de temperatura ambiente. Posteriormente, os grãos retirados da solução e drenados, foram mantidos em papel toalha por 15 minutos para retirada do excesso de água. E então passaram por uma nova mensuração de massa. Com isso foi calculado o valor de CH pela relação obtida entre a massa dos grãos hidratados e a massa seca (g).

Em relação a cor dos grãos crus foi determinada através da leitura direta feita com auxílio de um colorímetro (KONICA MINOLTA®, modelo CR410), com abertura de 50 mm. O qual considerou no seus sistema as coordenadas L^* , a^* e b^* . O aparelho foi previamente calibrado em placa de cerâmica de acordo com os padrões pré-estabelecidos pelo fabricante ($X= 79,12$; $Y= 84,08$; $Z= 87,75$). Os grãos foram colocados sob o acessório de acomodação, e realizadas as leituras em triplicatas para cada respectivamente: (2) (3) Em que: H = ângulo de coloração ou tonalidade cromática; a^* = componente de cor verde – vermelho; b^* = componente de cor azul - amarelo; C^* = cromaticidade da cultivar em estudo (OOMAH *et al.*, 2011). Foram determinados parâmetros de ângulo de coloração (H^*) e cromaticidade (C^*) dos grãos, de acordo com as equações 2 e 3 (OOMAH *et al.*, 2011).

$$H^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (2)$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (3)$$

Em que:

H = ângulo de coloração ou tonalidade cromática;

a* = componente de cor verde – vermelho;

b* = componente de cor azul - amarelo;

C* = cromaticidade.

Para determinação do tempo de cocção, foi utilizado o cozedor Mattson adaptado, através metodologia de Proctor e Watts (1987). 25 grãos, anteriormente hidratados por 16 horas em água destilada (proporção 1:3), foram colocados nas cavidades do equipamento cozedor, com as varetas metálicas (massa de 90g cada) suspensas em cima de cada grão do feijão. O cozedor alocado em aparelho banho maria com 1,5L de água em ebulição, repondo o volume durante o cozimento conforme ocorrer a evaporação, sendo que a água repostada estava em ebulição. O tempo de cocção foi considerado quando, pelo menos 50% + 1 dos grãos, estavam perfurados pelas hastes metálicas.

Quanto à determinação do índice de danos após a hidratação e cozimento, levando em conta o tempo de cocção determinado o cozedor Mattson adaptado, através metodologia de Proctor e Watts (1987), foram considerados como defeitos os grãos explodidos trincados e/ou estourados.

Para determinação do teor de sólidos solúveis, foi utilizado o caldo de feijão proveniente do cozimento para leitura direta da graduação em °Brix em refratômetro digital (Instruterm® RTD-45), devidamente calibrado, fazendo-se o uso de água destilada. Enquanto para sólidos totais, foi coletado e drenado 10 ml do caldo do feijão cozido. O caldo foi seco em estufa na temperatura de 80 °C por 24 horas (MATELLA, MISHRA e DOLAN, 2013).

As análises estatísticas dos dados provenientes das análises de caracterização física e tecnológica da matéria prima, foram descritos por meio do valor médio e desvio padrão, calculados a partir de três repetições para cada análise. Utilizado o programa Assistat, os dados foram avaliados quanto a normalidade (Shapiro-Wilk), e foi realizado o teste F aplicado sobre à análise de variância (ANOVA) e avaliando se os produtos coletados obtiveram efeito significativo nos parâmetros avaliados, e então submetidos ao teste de comparação de médias, Tukey, ao nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

De acordo com as análises de variância, foram observadas interações significativas entre os fatores tipo (T) e marca (M) para todas as variáveis, com exceção da variável sólidos totais do caldo (Tabela 1, 5 e 8). É possível observar homogeneidade com baixa dispersão ($CV < 10\%$).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância dos dados referente à massa de 100 grãos (MG), Teor de água (TA) e coeficiente de hidratação (CH) dos grãos de feijão. Cascavel, PR, 2024.

Parâmetros	Fator F		
	Massa de 100 grãos	Teor de água	Coeficiente de hidratação
Fator Tipo	0,0471 ns	7,2361*	2,0480 ns
Fator Marca	30,4344 *	2,0138 ns	21,3540 *
Tipo x Marca	13,7758 *	0,0164 *	9,4981*
CV (%)	4,59 %	9, 19 %	1,19 %

ns: não significativo ($p \geq 0,05$); *significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

A massa de 100 grãos da variedade Preto apresentou uma variação entre 29,2 g e 21,3 g. No que diz respeito à variedade Carioca, a maior média registrada foi de 27,1 g, enquanto a menor foi de 23,7 g. Destaca-se que a marca B apresentou a maior massa de 100 g em ambas as categorias de feijão (Tabela 2).

Tabela 2 – Massa de 100 grãos (g) de quatro marcas e dois tipos de feijão comum. Cascavel, PR, 2024.

Tipo	A	B	C	D
Feijão preto	28,8 aA	29,2 aA	21,3 bB	22,1 aB
Feijão carioca	24,9 bAB	27,1 bA	25,3 aAB	23,7 aB

Médias seguidas por diferentes letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste F e Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Os resultados corroboram com o encontrado em literatura, uma vez que os grãos da classe Carioca (25,0g) foram inferiores ao peso de 29,3 g encontrado na classe Preta por Silva

et al (2016). Aguiar *et al.* (2008), ao avaliarem linhagens promissoras de feijoeiro do grupo comercial carioca e preto, tolerantes ao déficit hídrico, também observaram a massa de 100 grãos como a característica que apresentou maior variabilidade genética para o feijão do grupo comercial preto.

As marcas de feijão apresentaram diferenças quanto à massa de 100 grãos, no entanto, ressalta-se que essas diferenças encontradas possivelmente estão associadas à constituição genética de cada cultivar, variação das dimensões dos grãos produzidos nestas regiões, da massa de água presente no grão, assim como as interações ambientais dos genótipos com o meio de produção.

Não foram identificadas variações significativas no teor de água das diferentes marcas de feijão preto, que apresentaram valores entre 14,5% e 12,8%. Da mesma forma, as marcas de feijão carioca também não mostraram diferenças relevantes, com percentuais variando de 15,9% a 14,2%. A significância de 1% de probabilidade do tipo de feijão (Fator 1), pode ser explicada por características genéticas, condições ambientais principalmente na maturação fisiológica e as condições de armazenamento e envase (Aguiar *et al.*, 2008).

Tabela 3 – Teor de água (%) de quatro marcas e dois tipos de feijão comum. Cascavel, PR, 2024.

Tipo	A	B	C	D
Feijão preto	12, 8 aA	14, 5 aA	13, 7 aA	14, 3 aA
Feijão carioca	14, 2 aA	15, 8 aA	15, 3 aA	15, 9 aA

Médias seguidas por diferentes letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste F e Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Para o coeficiente de hidratação, o feijão preto apresentou médias que variaram de 1,95 a 1,84. O feijão carioca variou de 1,97 a 1,87 (Tabela 4). Em ambos os tipos de feijão, os resultados foram semelhantes, exceto as marcas B, no caso do feijão preto, e C referente ao feijão carioca.

Tabela 4 – Médias do coeficiente de hidratação de quatro marcas e dois tipos de feijão comum. Cascavel, PR, 2024.

Tipo	A	B	C	D
Feijão preto	1, 97 aA	1,84 bB	1,95 aA	1,95 aA
Feijão carioca	1, 93 aAB	1,89 aBC	1,87 bC	1,97 aA

Médias seguidas por diferentes letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste F e Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade.

O coeficiente de hidratação (CH) médio das variedades de feijão das classes Carioca e Preto não apresentou grande variação neste estudo, situando-se entre 1,95 e 1,97. As indústrias de processamento buscam grãos com altos índices desse coeficiente, uma vez que isso assegura uma expansão superior e uma hidratação mais rápida e uniforme do produto durante o processamento (KHANAL *et al.*, 2015; CICHY *et al.*, 2014; MERWE, OSTHOFF e PRETORIUS, 2006). Conforme afirmam Merwe, Osthoff e Pretorius (2006), valores de CH na faixa de 1,8 – 2,0 são considerados ideais para a indústria de processamento. Logo, os tipos de feijão analisadas neste experimento, independentemente da marca, atendem esse critério.

A tabela 5 apresenta os valores de F para os parâmetros ângulo de coloração (tonalidade) e a cromaticidade (saturação ou intensidade de cor), sendo possível observar valores altos para o Fator Tipo (F1) com significância de 5%. Para o fator Marca, também foram observadas diferenças na tonalidade e saturação entre as diferentes marcas. Há interação significativa ($p < 0,05$) tipo x marca.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância dos dados referentes ao ângulo de coloração (H*) e a cromaticidade (C*) dos grãos de quatro marcas e dois tipos de feijão comum. Cascavel, PR, 2024.

Parâmetros	F	
	H*	C*
Fator Tipo	100194, 5*	20170, 3504 *
Fator Marca	10, 5939*	76, 3682 *
Tipo x Marca	8, 4978 *	65, 4268*
CV (%)	0,97%	2,42 %

ns: não significativo ($p \geq 0,05$); *significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

A grande variação na cor, tanto em H^* quanto em C^* , encontrada no fator tipo de feijão (feijão preto vs feijão carioca) é justificada pelas características genéticas dos grãos. O modelo de cor utilizado para representar e medir cores de forma perceptível ao olho humano é baseado em três coordenadas: L^* , referente à luminosidade, indo de 0 (escuro) a 100 (claro), a^* referente a posição da cor entre o vermelho e o verde, e b^* refere-se à posição da cor entre o amarelo e azul. O ângulo de coloração representa a matiz ou tonalidade, calculada com base nos valores de a^* e b^* , a saturação é a intensidade da cor (ARNS, 2018). Portanto, é esperado que para o fator 1 haja uma grande diferença entre o feijão carioca, tegumento marrom a bege, e feijão preto, tegumento marrom escuro a preto.

O ângulo de coloração (H^*) dos grãos da classe Preto (Tabela 6) apresentou médias semelhantes entre as marcas (75,77 a 72,32). Já as marcas de feijão carioca mostraram diferenças significativas nas médias de ângulo de coloração. O feijão da marca D apresentou tonalidade mais alta (326,67), enquanto a marca C teve uma tonalidade mais baixa (315,46).

Tabela 6 – Médias da análise de cor (H) de quatro marcas e dois tipos de feijão comum. Cascavel, PR, 2024.

Tipo	A	B	C	D
Feijão preto	73, 79 bA	75, 77 bA	72, 32 bA	73, 01 bA
Feijão carioca	321, 92 aB	320, 99 aB	315,46 aC	326,67 aA

Médias seguidas por diferentes letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste F e Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade.

A cromaticidade dos grãos da classe Preto (Tabela 7) demonstrou variação entre as marcas, C e D apresentaram as maiores médias de saturação (20,47 e 20,62, respectivamente), enquanto a marca B apresentou a menor média (16,58), sugerindo saturação mais intensas em algumas marcas de feijão preto. Por outro lado, as marcas de feijão carioca demonstraram resultados homogêneos em relação à cromaticidade (C^*), com todas as marcas apresentando valores de saturação próximos (3,25 a 3,65).

Tabela 7 – Médias da análise de cor (C) de quatro marcas e dois tipos de feijão comum. Cascavel, PR, 2024.

Tipo	A	B	C	D
Feijão preto	19, 59 aB	16,58 aC	20, 62 aA	20, 47 aA
Feijão carioca	3, 29 bA	3, 29 bA	3, 65 bA	3, 25 bA

Médias seguidas por diferentes letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste F e Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade.

As diferentes marcas influenciaram de maneira significativa a coloração, tanto em termos de tonalidade quanto de saturação no caso do feijão carioca (Figura 1). Diversos fatores podem interferir na cor do feijão, Lemes *et al.* (2015), afirmam que a presença de microrganismos, como fungos e bactérias, pode alterar a coloração do feijão devido à produção de metabólitos que causam pigmentação. O armazenamento inadequado e a exposição a altas temperaturas podem provocar o escurecimento do feijão, tornando-o menos atrativo para o consumidor.

Figura 1 - Aparência dos grãos de feijão comum das marcas Sabor Sul, Caldo Bom, Pontarollo e Itasa, respectivamente. (A) Grãos de feijão tipo Preto; (B) Grãos de feijão tipo Carioca. Cascavel, PR, 2024.



Os valores de F para as variáveis tempo de cocção (tabela 8), indicam que o tipo de feijão (preto vs. carioca) tem um efeito altamente significativo no tempo necessário para cozinhar os feijões. Além disso, as diferenças significativas das marcas de feijão (F2) demonstram características de cocção distintas para as quatro marcas. Já para a variável índice de danos após cocção, o tipo de feijão não foi significativo ($p \geq 0,05$), entretanto o valor de F no fator Marca demonstrou diferenças nos danos pós cocção entre as marcas. O fator Tipo não foi significativo para sólidos solúveis do caldo. E por fim, nenhum dos fatores apresentaram efeitos significativos para sólidos totais.

Tabela 8- Resumo da análise de variância dos dados referentes ao tempo de cocção, índice de danos após cocção, sólidos solúveis e sólidos totais. Cascavel, PR, 2024.

Parâmetros	Fator F			
	Tempo de cocção	IDAC	Sólidos solúveis (Brix°)	Sólidos totais
Fator Tipo	355, 4923 *	4,3257 ns	4.0460 ns	2,75 ns
Fator Marca	49, 9546 *	57,4344 *	53.9015 *	1,25 ns
Tipo x Marca	89, 7751*	14, 6052*	28.3202 *	1,03 ns
CV (%)	4,53%	16,78%	6,62%	13,06%

ns: não significativo ($p \geq 0,05$); *significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

Quanto ao tempo de cocção (TC), foi verificado que, para a classe Feijão-preto, o tempo máximo registrado foi de 33,6 minutos e o menor de 17,5 minutos. Em relação ao feijão carioca, o maior tempo foi 20 minutos e o mínimo variou de 15,9 a 19,7 minutos. A marca A se destacou com maior tempo de cocção para a classe Carioca e menor para a classe Preto. Segundo SILVA *et al.* (2016) e SANTOS *et al.* (2016), é preferível que o tempo de cocção para o feijão seja inferior a 30 minutos, uma vez que isso pode resultar em economia de tempo e energia.

Tabela 9 – Médias do tempo de cocção dos grãos (min) de quatro marcas e dois tipos de feijão comum. Cascavel, PR, 2024.

Tipo	A	B	C	D
Feijão preto	17,5 bC	33,6 aA	26,4 aB	26,9 aB
Feijão carioca	20,0 aA	17,8 bAB	19,7 bA	15,9 bB

Médias seguidas por diferentes letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste F e Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Os dados demonstraram uma grande diferença quanto ao tempo de cocção (TC) para o feijão carioca e o feijão preto. O tempo para cozimento do feijão é altamente influenciado pelo genótipo (SILVA *et al.*, 2019). Além das condições ambientais, principalmente quanto a precipitações e temperaturas no momento da colheita (TERRA *et al.*, 2019).

Em estudo conduzido por Silva *et al.* (2019), o TC variou de 20,5 a 31,8 min, confirmando a ocorrência de interação genótipo e ambiente. Da mesma forma, Ribeiro *et al.* (2021) afirmam que as características de qualidade do feijão comum variam de acordo com a interação do genótipo e do ambiente.

Simioni *et al.* (2024) avaliando feijão comum conduzidos em sistema orgânico e convencional observaram que essa ocorrência pode estar relacionada à maior precipitação acumulada durante o estágio de maturação fisiológica até a colheita. Além disso, as fontes de nutrientes com a aplicação de fertilizantes orgânicos apresentaram menor TC quando comparadas ao sistema convencional.

Além disso, foi observado que as amostras com maior coeficiente de hidratação apresentaram tempos de cocção mais curtos, enquanto as amostras com maiores tempos de cocção tiveram menores coeficientes de hidratação. Esse comportamento está relacionado às características físicas e químicas dos grãos, bem como à dinâmica de absorção de água durante o cozimento. O coeficiente de hidratação reflete a capacidade do grão de absorver água antes e durante o processo de cocção. Grãos que absorvem mais água tendem a amolecer mais rapidamente, pois a água é essencial para amaciar a estrutura celular e promover a gelatinização do amido (DE OLIVEIRA PAZ *et al.*, 2023). Consequentemente, uma maior hidratação está diretamente associada a tempos de cocção mais curtos.

Já para o índice de danos após o cozimento (Tabela 10), foi observado que a marca C (16,6 e 13,3) e D (19,0 e 17,1) apresentaram as melhores médias entre o feijão preto e feijão

carioca, respectivamente, apresentando, portanto, uma melhor integridade após cozimento. Observa-se que a marca B (49,5 %) apresentou o maior índice de dano para o tipo Carioca, enquanto a A (56,2%) o maior índice de dano para o feijão Preto.

Tabela 10 – Médias do índice de danos após cocção (%) dos grãos de quatro marcas e dois tipos de feijão comum. Cascavel, PR, 2024.

Tipo	A	B	C	D
Feijão preto	56,2 aA	36, 4 bB	16,6 aC	19,0 aC
Feijão carioca	31,2 bB	49,5 aA	13,3 aC	17,1 aC

Médias seguidas por diferentes letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste F e Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Este resultado pode estar relacionado à duração do tempo de cozimento e às características morfológicas e físicas dos grãos, como a impermeabilidade do tegumento do grão (paredes celulares mais rígidas), que podem influenciar na hidratação e capacidade de cozimento (PEREIRA *et al.* 2023). Portanto, este efeito pode estar relacionado à diversidade genética.

A literatura não recomenda uma porcentagem de grãos inteiros ideal para expressar boa qualidade tecnológica, porém, PERINA *et al.* (2014) observaram mais de 50% dos grãos se partiram longitudinalmente durante o cozimento, concluindo como um resultado negativo, uma vez que a indústria e os consumidores preferem grãos inteiros após cozimento.

Os dados referentes aos sólidos solúveis do caldo (Tabela 11) indicam que, no caso do feijão preto, foram significativamente maiores as marcas B (7,3 °Brix) e C (7,4 °Brix) quando comparados as marcas A (5,5 °Brix) e D (5,5 °Brix). No que diz respeito ao feijão carioca, a marca D destacou-se com o maior valor (8,4 °Brix), diferindo significativamente de B (7,8 °Brix), C (7,0 °Brix) e A (3,9 °Brix).

Tabela 11 – Sólidos solúveis (°Brix) do caldo de quatro marcas e dois tipos de feijão comum. Cascavel, PR, 2024.

Tipo	A	B	C	D
Feijão preto	5,5 aB	7,3 aA	7,4 aA	5,5 bB
Feijão carioca	3,9 bC	7,8 aAB	7,0 aB	8,4 aA

Médias seguidas por diferentes letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste F e Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade.

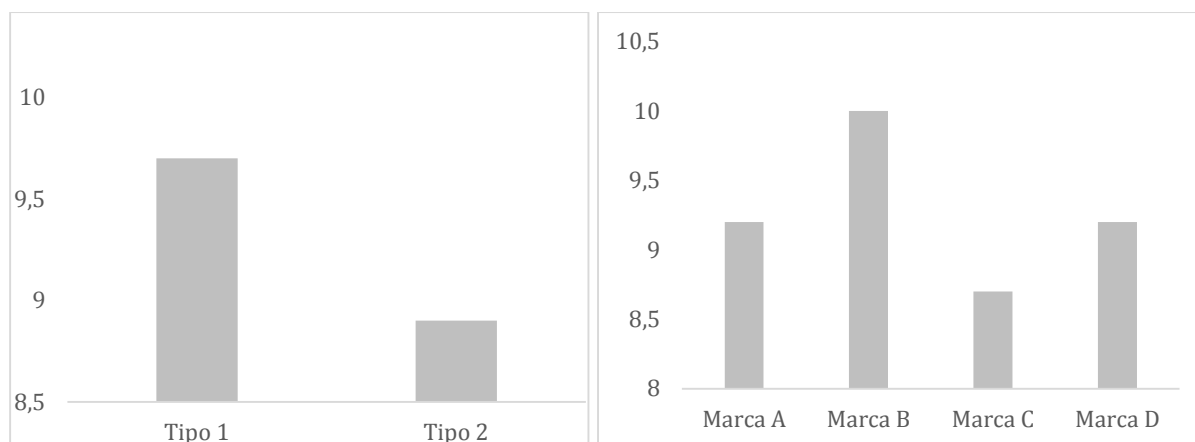
Quanto as marcas, B e C demonstraram valores semelhantes e elevados entre ambos os tipos de feijão. Por outro lado, D apresentou uma discrepância significativa entre os caldos do feijão Carioca e feijão Preto (8,4 vs 5,5 °Brix, respectivamente). A mostrou uma maior concentração de sólidos solúveis no feijão Preto em comparação ao carioca, com valores de 5,5 e 3,9 °Brix, respectivamente.

O teor de sólidos solúveis está associado a compostos que se dissolvem no caldo, como açúcares, sais minerais e proteínas. Valores mais altos indicam melhor palatabilidade, sabor e qualidade percebida do caldo (Silva *et al.*, 2016). As marcas B e C para feijão preto e D para feijão carioca apresentaram os maiores valores, sugerindo uma vantagem nesse aspecto e maior atratividade para os consumidores. Em contrapartida, a marca A, em ambos os tipos de feijão, apresentou valores consistentemente inferiores, podendo indicar a presença de variedades menos desejáveis, além de possíveis problemas relacionados ao ambiente de cultivo, às práticas agronômicas adotadas e ao processamento pós-colheita (SILVA *et al.*, 2014).

Conforme afirmado por Perina *et al.* (2014), um maior tempo de cocção dos grãos pode favorecer o aumento do conteúdo de sólidos solúveis. Contudo, os resultados obtidos neste trabalho não corroboram com o citado, uma vez que o feijão carioca da marca Itasa apresentou 8,4 °Brix após 17 minutos de cocção, enquanto a marca A, utilizando o mesmo tipo de feijão, obteve apenas 3,9 °Brix em 31 minutos de cocção. Além disso, o feijão Preto, com maior tempo de cocção (36 minutos), revelou valor baixo de sólidos solúveis (5,5 °Brix), sugerindo que neste estudo, o tempo de cocção não teve impacto significativo sobre o teor de sólidos solúveis.

No que diz respeito aos sólidos solúveis totais presentes no caldo não houve interação entre os fatores, e nem variações significativas no fator tipo e no fator marca, sendo os resultados demonstrados na Figura 2.

Figura 2 – Sólidos totais do caldo (%) de quatro marcas e dois tipos de feijão comum. Cascavel, PR, 2024.



Avaliando diferentes sistemas de cultivo em feijão Carioca, Simioni *et al.* (2024) obtiveram uma variação de aproximadamente 5 a 12,5% de sólidos totais. PERINA *et al.* (2014) encontraram valor médio de 11,5%, sendo assim, os valores encontrados neste trabalho, apresentaram-se dentro do constatado em literatura.

Entretanto, Simioni *et al.* (2024), notaram que a maioria das cultivares analisadas, que apresentaram entre 60% e 80% de grãos inteiros, demonstraram uma maior concentração de sólidos solúveis totais no caldo. Essa característica pode ser atribuída a danos estruturais no tegumento e no cotilédone, os quais, por sua vez, favorecem a lixiviação do conteúdo interno do grão para o caldo durante o processo de cozimento (SCHOENINGER, 2017). Dessa forma, as marcas C e D deveriam exibir uma porcentagem superior de sólidos solúveis totais.

Conclusão

Em relação à massa de 100 grãos, observou-se maior variação no feijão preto, com destaque para a marca B, que apresentou os maiores valores para ambos os genótipos. No entanto, o teor de água não apresentou diferenças significativas entre as marcas, permanecendo dentro dos padrões esperados, o que indica uniformidade no armazenamento. O coeficiente de hidratação de ambos os tipos de feijão situou-se dentro do intervalo ideal para a indústria. A coloração (H^* e C^*) mostrou-se influenciada pelas marcas, especialmente no feijão carioca, onde fatores externos, como condições de armazenamento e presença de microrganismos, podem ter contribuído para as diferenças observadas.

Os sólidos solúveis do caldo variaram significativamente entre marcas e genótipos, com destaque para as marcas B e C no feijão preto e D no feijão carioca, que apresentaram os maiores valores, sugerindo superioridade em palatabilidade e qualidade percebida. No que diz respeito aos sólidos solúveis totais presentes no caldo, não foram identificadas variações significativas entre o tipo e entre as marcas.

Por fim, os dados reforçam que a qualidade tecnológica do feijão varia com o tipo e a marca.

Referências

- AGUIAR, R. S.; CIRINO, V.M.; FARIA, R.T.; VIDAL, L.H.I. Evaluation of hydric deficit - tolerant promising bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 1-14, jan./mar., 2008.
- ALMEIDA, D.P.; RESENDE, O.; COSTA, L.M.; MENDES, U.C.; SALES, J.F. Cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*). **Global Science and Technology**, v.2, n.1, p.72-83, 2018.
- ARNS, F. D. **Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijão carioca em função do tempo de armazenamento e do ano de cultivo**. 2018. Dissertação (mestrado em agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- BRASIL, J.B.; SILVA, R.A.; OLIVEIRA, M.C.; SANTOS, L.P; **Produção de feijão no Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.
- CICHY, K. A.; FERNADEZ, A.; KILIAN, A.; KELLY, J. D.; GALEANO, C. H.; SHAW, S.; BRICK, M.; HODKINSON, D.; TROXTELL, E. QTL analysis of canning quality and color retention in black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Molecular Breeding**, v. 33, n. 1, p. 139-154, 2014.
- DIAS, M. C.; MARTINO, H. S. D.; PÍNELI, L. D. L. D. O.; ALVES, M. M.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. D. Composição química e benefícios para a saúde do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.): Uma revisão. **Ciência de Alimentos e Bem-Estar Humano**, v.5, n. 1, 1-8. 2016.
- ERTAS, N. The effects of aqueous processing on some physical and nutrition properties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **International Journal of Health & Nutrition**, v. 2, n. 1, p. 21-27, 2011.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Área agrícola cresce em dois anos e ocupa 7,6% do território nacional**. Agência IBGE Notícias, 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27207-area-agricola-cresce-em-dois-anos-e-ocupa-7-6-do-territorio-nacional>. Acesso em 08/04/2024.
- KHANAL, R.; BURT, A. J.; WOODROW, L.; BALASUBRAMANIAN, P.; NAVABI, A. Genotypic association of parameters commonly used to predict canning quality of dry bean. **Crops Science**, v. 54, p. 2564-2573, 2015.
- KNABBEN, C.C. **Manual de classificação do feijão**: Instrução Normativa nº 12, de 28 de março de 2008 / Clóvis Costa Knabben, José Souza Costa. - Brasília, DF: Embrapa, 2012. 25 p. : il. ; 21 cm.

LEMES, A. C.; SILVA, G. P. L.; KOAKUI, F. B.; COSTA, G. S. M.; GARCIA, J. F.; REIS, E. R.; VITO, F. J. S. Alterações microbianas, bioquímicas e sensoriais em grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenados. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 589-594, 2015.

MARTINS, M.C.; SILVA, A.P.; SANTOS, R.J.; OLIVEIRA, L.M. Práticas sustentáveis na produção de feijão pela agricultura familiar. **Cadernos de Agricultura Sustentável**, v.7, n.1, 32-45, 2019.

MATELLA, N. J.; MISHRA, D. K.; DOLAN, K. D. **Hydration, blanching and thermal processing of dry beans**. In: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. **Dry beans and pulses: production, processing and nutrition**. Ames: John Wiley & Sons, p. 129 – 154, 2013.

MERWE, D.V.D.; OSTHOFF, G.; PRETORIUS, A.J. Comparison of the canning quality of small white beans (*Phaseolus vulgaris* L.) canned in tomato sauce by a small-scale and industrial method. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, p. 1146-1156, 2006.

OOMAH, B.D.; LUC, G.; LEPRELLE, C.; DROVER, J.C. G.; HARRISON, J.E.; OLSON, M. Phenolics, phytic acid, and phytase in Canadian-grown low-tannin faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 3763-3771, 2011.

PEREIRA, D; DEVKOTA, L; GARNIER, G.; PANOZZO, J. DHITAL, S. Hard-to-cook phenomenon in common legumes: Chemistry, mechanisms and utilization. **Food Chemistry**, v. 415, p. 1-15, 2023.

PERINA, E.F.; CARVALHO, C.R.L, CHIORATO, A.F.; LOPES, R.L.T.; GONÇALVES, J.G.R.; CARBONELL, S,M.A. Technological quality of common bean grains obtained in different growing seasons. **Bragantia**, v. 73, p. 14-22, 2014.

PROCTOR, J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.

RIBEIRO, A. DE G.; SILVA, N. O.; SILVA, J. V.; AMORIM, A. C. L.; RIBEIRO, S. D. Efeitos do processo de cocção na composição química e propriedades funcionais do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L., Walp). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, n. 69, v.1, 2019.

SANTOS, A. L.; SILVA, R. M.; PEREIRA, D. F.; OLIVEIRA, P. C.; SOUZA, L. M. Beneficiamento do feijão: uma etapa essencial para a qualidade do produto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n.11, p. 803-809, 2020.

SANTOS, G. G.; RIBEIRO, N.D.; MAZIERO, S.M. Evaluation of common bean morphological traits identifies grain thickness directly correlated with cooking time. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, p. 35-42, 2016.

SCHOENINGER, V.; COELHO, S. R. M.; CHRIST, D.; SAMPAIO, S. C. Processing parameter optimization for obtaining dry beans with reduced cooking time. **LWT - Food Science and Technology**, v. 56, n. 1, p. 49-57, 2017.

SILVA, M.B.O; CARVALHO, A.J; DAVID, A.S.S; ASPIAZU, I; ALVES, E.E; CARNEIRO, J.E.S; BRITO, O. G. SOLZA, A.A. Technological quality of grain of common bean genotypes of the black commercial class. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, p.1-8, 2019.

SILVA, A. B.; SOUZA, L. G.; OLIVEIRA, E. D. Influence of bean age and storage conditions on cooking time by involvement of physicochemical properties and relationship between cooking time and texture. **Journal Food Engineering**, v.1, n. 1, p. 45-57, 2017.

SILVA, M.B.O; CARVALHO, A.J; CARNEIRO, J.E.S; ASPIAZU, I; ALVES, E.E.; DAVID, A.S.S; BRITO, O. G; ALVES, P.F.S. Technological quality of grains of common beans selected genotypes from the carioca group. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, p.1721-1732, 2016.

SILVA, E. S.; PIETRO-SOUZA, W.; PIMENTA, A. S.; ARAUJO, V. C.; OLIVEIRA, M.; A. Perfil nutricional de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) comercializado no município de Viçosa-MG. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 196-203, 2014.

SIMIONI, K. COELHO, C.M.M; RODOLFO, G.R. SOUZA, C.A. Technological quality of common bean landraces from organic cropping system. **Revista de Ciências Agroveterinárias** v. 23, n,1, p 33-42, 2024.

TERRA, F. S. A.; COELHO, A. P.; BETTIOL, J. V. T.; FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. **Produtividade e qualidade dos grãos de cultivares de feijoeiro cultivado na safra das águas e de inverno.** Revista de la Facultad de Agronomía, v. 118, n. 2, p. 1-7, 2019.