

Efeitos do uso da hidratação prévia e da região de produção na qualidade do feijão carioca enlatado

Effects of the use of previous hydration and the region of production on the quality of canned carioca beans

Efectos del uso de la hidratación previa y la región de producción sobre la calidad de las conservas de frijol carioca

Recebido: 23/01/2023 | Revisado: 04/04/2023 | Aceitado: 06/04/2023 | Publicado: 11/04/2023

Leticia Barbosa Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9320-2474>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: leticiaddos@gmail.com

Vanderleia Schoeninger

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7308-4709>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: vschoeninger@ufgd.edu.br

Fabio da Silva Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2157-7082>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: fabio.suzano@gmail.com

Gabriely Verão Dourado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1495-8442>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: gabrielyverao@gmail.com

Luana Larissa Ferreira Alencar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4598-3368>
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
E-mail: larissalalencarf@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade tecnológica e adaptabilidade no processamento industrial do feijão, cultivar ANfc9, proveniente de duas regiões produtoras. Foram avaliados parâmetros físicos, no grão in natura e, parâmetros de qualidade no feijão enlatado com e sem hidratação prévia no processamento industrial. Para os dados obtidos foi realizada análise descritiva e por meio de análise de variância avaliaram-se os efeitos do local de produção (Mato Grosso e Paraná) e tipo de processo (com e sem hidratação prévia). O processamento industrial foi realizado na Indústria e Conservas Oderich, no município de Orizona – GO, seguindo-se as operações unitárias da planta industrial. Os maiores índices de qualidade tecnológica nos grãos foram verificados para os grãos produzidos na região de Cascavel – PR. O processo industrial com o grão in natura é o processo mais indicado para essa cultivar. Os locais de produção avaliados não influenciaram de forma significativa na qualidade do produto processado industrialmente.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; Enlatamento; Processamento térmico; Cocção.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the technological quality and adaptability in the industrial processing of carioca bean cultivar ANfc9, from two producing regions. Physical parameters were evaluated in fresh beans and quality parameters in canned beans with and without prior hydration in industrial processing. Descriptive analysis was performed for the data obtained and, through analysis of variance, the effects of the place of production (Mato Grosso e Paraná) and type of process (with and without prior hydration) were evaluated. The industrial processing was carried out at Indústria e Conservas Oderich, in the municipality of Orizona -- GO, followed by the unit operations of the industrial plant. The highest levels of technological quality in the grains were from Cascavel-PR, the in natura grain is the most indicated process. The evaluated production sites did not significantly influence the quality of the industrially processed product.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L.; Canning; Thermal processing; Cooking.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad y adaptabilidad tecnológica en el procesamiento industrial del frijol carioca cultivar ANfc9, de dos regiones productoras. Se evaluaron parámetros físicos en frijol fresco y parámetros de calidad en frijol enlatado con y sin hidratación previa en procesamiento industrial. Se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos y, mediante análisis de varianza, se evaluaron los efectos del lugar de producción (Mato Grosso y Paraná) y tipo de proceso (con y sin hidratación previa). El procesamiento industrial se realizó en Indústria e Conservas Oderich, en el municipio de Orizona – GO, seguido de las operaciones unitarias de la planta industrial. Los mayores niveles de calidad tecnológica en los granos fueron de Cascavel-PR, siendo el grano in natura el proceso más indicado. Los sitios de producción evaluados no influyeron significativamente en la calidad del producto procesado industrialmente.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L.; Envase; Procesamiento térmico; Cocinando.

1. Introdução

O feijão é uma leguminosa que possui um papel importante na segurança alimentar, sendo a sua produção possível em três safras no Brasil, contribuindo para geração de renda, em especial para o pequeno produtor (Silochi et al., 2021). A agricultura familiar produz a maior parte do feijão comum, que tem a particularidade de usar poucos insumos e armazenar as sementes para a colheita subsequente (Ribeiro et al., 2021). As características importantes para a indústria e consumidor do feijão são conhecidas como qualidade tecnológica e são influenciadas por fatores genéticos e parâmetros ambientais (locais de cultivo e condições climáticas) e de estação de cultivo (Wang et al., 2017).

Os métodos mais comuns no processo de preparo de leguminosas para o consumo são, a hidratação seguida do cozimento (Chigwedere et al., 2019), sendo o feijão um alimento frequentemente consumido na forma cozida. O grão, inclusive contém vários compostos bioativos que são benéficos à saúde do consumidor (Chávez-Mendoza & Sánchez, 2017), além de possuir uma alta quantidade de proteínas, carboidratos complexos, solúveis e fibra alimentar insolúvel, dentre outras vitaminas e minerais (Bento et al., 2021). O tempo de cozimento do feijão depende intrinsecamente da variedade, histórico de armazenamento anterior e condições de processamento (Wainaina et al., 2021).

O feijão enlatado não é tão popular para o consumidor brasileiro, todavia, na última década, surgiram diferentes marcas e embalagens nos supermercados, permitindo maior adesão à aquisição e consumo do feijão processado. A facilidade e a forma rápida de preparo podem ser vistas de forma interessante para diversos consumidores (Schoeninger et al., 2017). O processamento adequado do feijão enlatado é importante para as indústrias de conservas para manutenção da qualidade, principalmente, em relação à nutrição e seu impacto sobre os consumidores. Atualmente o processamento industrial é uma alternativa interessante para o mercado de feijão e pesquisas que forneçam informações e soluções para a indústria de transformação são uma necessidade para esta cadeia produtiva (Schoeninger et al., 2020).

Dessa forma para os produtores de feijão adotarem e obterem rendimentos significativos, é necessário que os genótipos sejam agronomicamente resilientes no campo para assim serem adequados à indústria de enlatados ou pré-cozidos (Amongi et al., 2021). Já a indústria necessita de informações para a seleção das melhores variedades para uso em processo industrial e, assim novos estudos sobre as diferentes cultivares de feijão podem servir de base para o desenvolvimento de novos produtos (Marquezi et al., 2017), a autenticação é importante para obter produtos com as qualidades exigidas (Tormena et al., 2021).

Com base no exposto, objetivou-se com o presente trabalho, descrever a qualidade tecnológica da cultivar brasileira da classe cores (carioca) ANfc9 proveniente de duas regiões produtoras e verificar sua adaptabilidade ao processamento industrial tipo enlatado empregando-se a hidratação prévia.

2. Metodologia

Utilizaram-se grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), da classe comercial cores, da ANfc9 carioca,

produzidos em diferentes regiões brasileiras. Foram analisadas cultivares da região sul e centro-oeste, dos municípios de Cascavel-PR e Sinop-MT, respectivamente. O período da colheita foi em setembro de 2016 na região centro-oeste e em janeiro de 2017 no sul. Posteriormente, os grãos passaram pelo processo de secagem em ambiente de laboratório, limpeza manual, e mantidos após estes processos, sob refrigeração em temperatura de 5 ± 1 °C, até receberem o processamento industrial.

2.1 Caracterização física dos grãos de feijão

Para caracterização física do produto, um dia antes da realização das análises, o material que estava sob refrigeração foi mantido em temperatura ambiente. Determinou-se o teor de água nas amostras com o método da Regras de Análises de Sementes (Brasil, 2009), até massa constante. Na determinação de massa de 100 grãos e do coeficiente de hidratação (CH), foi utilizada metodologia de Ertas (2011). Determinou-se a capacidade de hidratação após o cozimento empregando-se as mesmas amostras do teste de CH, onde o conteúdo após a hidratação foi aquecido por uma hora, utilizando uma chapa aquecedora elétrica e iniciando a contagem após dois minutos de aquecimento ou após o início da ebulição, repondo a água evaporada quando necessário. Após o conteúdo de grãos foi drenado em peneira e a massa aferida. Após a hidratação e cozimento dos grãos, foi determinado o índice de danos, sendo considerados como defeitos os grãos trincados, estourados e/ou explodidos. Para a determinação dos sólidos totais do caldo, utilizou-se uma amostra de 10 mL de caldo drenado proveniente do cozimento realizado anteriormente, submetido à secagem em estufa na temperatura de 80 °C por 24 horas (Matella et al., 2012). O teor de sólidos solúveis foi determinado com o caldo do feijão através da leitura direta em °Brix em refratômetro digital (Instruterm® RTD-45), previamente calibrado com água destilada. Para determinação do tempo de cocção, foi utilizado o cozedor Mattson adaptado, conforme Proctor e Watts (1987). O tempo de cocção foi considerado quando, no mínimo, 50% (TC50) dos grãos foram perfurados pelas hastes metálicas do aparelho. A cor dos grãos crus foi determinada por leitura direta em um colorímetro (KONICA MINOLTA®, modelo CR410), com abertura 50 mm, o qual considerou as coordenadas L*, a* e b* do espaço Cielab (Oomah et al., 2011). Foram determinados também os parâmetros de ângulo de coloração (H*) e cromaticidade (C*) de acordo com as equações a seguir (Ferreira & Spricigo, 2017):

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

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

Em que:

H = ângulo de coloração ou tonalidade cromática (°);

a* = componente de cor verde – vermelho;

b* = componente de cor azul - amarelo;

C* = cromaticidade.

2.2 Processamento industrial do feijão

O processamento industrial foi realizado na Indústria e Conservas Oderich, no município de Orizona - GO, onde foi acompanhado todo o processo de enlatamento, que seguiu as operações unitárias da planta industrial. Na indústria, os grãos foram lavados em água e escorridos com auxílio de uma peneira. Após isso, foram submetidos a dois tipos de processamento, *in natura* (sem hidratação prévia) e com hidratação. No segundo processo, em água na temperatura de 45 °C, o grão permaneceu em hidratação por 4 horas numa proporção de 1:4. Após a hidratação, as amostras foram dispostas em embalagens de alumínio com capacidade de 300 g, identificadas com fita térmica, sendo 80 g de grãos para o processo *in natura*, e 100 g para o hidratado. Depois, o conteúdo das embalagens foi preenchido com calda composta por 1% de NaCl e condimentos a

uma temperatura de 65 a 72 °C com altura de headspace de 0 a 1 mm.

As embalagens foram levadas para linha de produção, onde permaneceram por 12 minutos em túnel de exaustão para retirada do oxigênio do produto, sendo fechadas e recravadas automaticamente. Em seguida, foram encaminhadas para cozimento e esterilização do produto em autoclave, tendo como meio de aquecimento o vapor, com temperatura de 121 °C e pressão de 1,2 kgf/cm². O tempo de cozimento foi de 120 minutos para o processo com grãos *in natura* e 80 minutos para o grão hidratado, para ambos os processos foram realizados 5 minutos de aquecimento e 35 minutos de resfriamento gradativo.

2.3 Análises de qualidade do feijão processado

Após o processamento, as amostras foram encaminhadas ao laboratório de Propriedades Físicas de Produtos Agrícolas da Universidade Federal da Grande Dourados, onde ficaram em condições ambientais para a estabilização e equilíbrio dos componentes do caldo, no período de duas semanas (Matella et al., 2012; Mendoza et al., 2014). Depois da estabilização do produto, as amostras foram caracterizadas de acordo com os parâmetros de qualidade do feijão tipo enlatado.

Foram mensurados os pesos bruto (g), líquido (g), e drenado (g), no qual os grãos foram retirados da embalagem e drenados por dois minutos em uma peneira plástica, tamanho 8 mesh, colocada em ângulo de 20°, calculando assim, a porcentagem do peso drenado (%), em relação à massa total de grãos.

As amostras do produto processado foram submetidas à uma análise visual, os parâmetros de cor do produto processado foram aferidos utilizando uma amostra de 50 g do produto (grão e caldo), com colorímetro (KONICA MINOLTA®, modelo CR410), com abertura de 50 mm, previamente calibrado com os parâmetros iluminante D65. O teor de sólidos solúveis foi determinado no caldo do feijão processado por leitura direta em um refratômetro digital e o teor de sólidos totais foi determinado utilizando uma amostra de 10 mL de caldo drenado submetido à secagem em estufa, em temperatura de 80 °C por 24 horas (Matella et al., 2012; Mendoza et al., 2014). Também foram avaliados os parâmetros de pH através da leitura direta e acidez (%), medida por meio de titulação com NaOH 0,01M (IAL, 2008).

Foi considerado um delineamento fatorial, 2 x 2, com os fatores local de origem da amostra (MT e PR) e processamento (com e sem hidratação prévia), com três repetições. As análises estatísticas para os dados que atenderam a todos os pressupostos, podendo seguir com o teste F (5%) aplicado à análise de variância ANOVA, sendo a comparação das médias realizadas pelo teste de Tukey a 5%. Já para dados que não tiveram os pressupostos atendidos foi utilizada a transformação Box-Cox, porém no caso de ineficiência desta transformação, também foi utilizado o teste Kruskal-Wallis para a comparação entre os locais de produção e os processos empregados no processamento.

3. Resultados e Discussão

3.1 Qualidade tecnológica

O teor de água para os cultivares da classe Carioca variou entre 12,05 e 14,20% (Tabela 1) produzidas no Paraná (PR) e Mato Grosso (MT), respectivamente. Estas diferenças ocorreram devido às condições de campo, colheita e armazenamento até o momento de realização dos testes. O teor de água pode implicar no rendimento do feijão enlatado durante o processamento industrial. Além disso, elevados teores de água em feijões associados à altas temperaturas, podem acarretar na aceleração das reações metabólicas, provocando endurecimento e escurecimento nos grãos, os defeitos conhecidos como hard-to-cook e hard-shell (Bento et al., 2020). A massa de 100 grãos para a variedade ANFc9 variou entre 21,95 e 25,01 g (Tabela 1) produzidas no estado do MT e PR, respectivamente. Diferenças que se explicam pela 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 (Gelete et al., 2021), em um estudo do efeito do genótipo por ambiente (GEI) na qualidade de enlatamento e cozimento do feijão comum de cinco locais de cultivo da Etiópia, mostrou que houve relação entre genótipos e ambientes, bem

como a adaptabilidade dos genótipos para o tempo médio de cozimento. Os valores médios de tempo de cocção por Mattson variaram entre 20,02 e 20,13 min (Tabela 1) produzidos no estado do PR e MT, respectivamente, corroborando com a pesquisa de Wang et al., (2017) realizada no Canadá, no qual, a região com temperatura mais quente (16,9°C) e menor precipitação (274,9 mm) obteve tempos médios de cozimentos maiores. Os grãos provenientes de ambas as regiões estão com tempo de cocção adequados, pois, são desejáveis cultivares de feijão com tempo de cozimento menor do que 30 minutos, que significa economia de energia.

Tabela 1 - Médias para os parâmetros físicos de qualidade da matéria-prima dos grãos da cultivar ANFc9, proveniente dos estados do MT e PR.

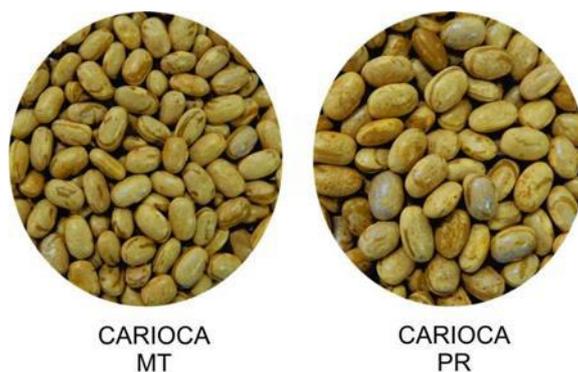
Parâmetros de qualidade	MT	PR
Teor de água (%)	14,20 ± 0,15	12,05 ± 0,23
Massa de 100 grãos (g)	27,21 ± 0,17	29,38 ± 0,23
Tempo de cocção (min)	20,13 ± 0,06	20,02 ± 0,03
CH	1,97 ± 0,01	1,96 ± 0,01
ID após hidratação (%)	17,80 ± 0,85	12,85 ± 5,25
ID após cozimento (%)	95,30 ± 0,40	95,30 ± 1,13
Sólidos solúveis (°Brix)	6,80 ± 0,00	5,60 ± 0,06
Sólidos totais (%)	6,74 ± 0,40	5,66 ± 0,29
L*	57,62 ± 0,79	55,64 ± 1,53
a*	5,49 ± 0,32	5,75 ± 0,18
b*	17,16 ± 1,02	17,00 ± 0,35
H*	72,45 ± 0,29	71,45 ± 0,34
C*	17,98 ± 1,06	17,92 ± 0,38

Nota: Valores expressos em média ± desvio padrão. Fonte: Autores (2017).

O valor médio para o coeficiente de hidratação (CH), não apresentou variação expressiva entre as duas amostras, com valores entre 1,96 e 1,97 (Tabela 1). Valores de CH acima de 1,80 são considerados ideais na indústria de processamento do feijão (Gelete et al., 2021; Mendoza et al., 2014). O índice de danos após a hidratação apresentou valores médios expressivos para ambas as regiões produtoras (Tabela 2), sendo 12,85% (PR), o menor valor.

O grau de sólidos solúveis no caldo após o cozimento variou entre 5,60 e 6,80 °Brix (Tabela 1) para os grãos, produzidos no PR e MT, respectivamente. Observou-se um maior índice de amidos dissolvidos no caldo após cozimento para a amostra que estava armazenada por mais tempo (MT). O índice de sólidos totais avaliado foi maior para os grãos provenientes do estado do MT (6,74%). Essa diferença pode ser explicada por danos estruturais do tegumento e do cotilédone que contribuem para o aumento da lixiviação do conteúdo interno do grão para o caldo de cozimento (Schoeninger et al., 2017).

Figura 1 - Aparência dos grãos de feijão das cultivares ANfc9 classe cores.



Fonte: Autores (2017).

Na Figura 1 apresenta-se o aspecto visual dos grãos de feijão avaliados neste experimento. Nos componentes de cor dos grãos da classe carioca, o parâmetro de luminosidade (L^*) variou entre 55,64 e 57,62 (Tabela 1) para amostras produzidas no PR e MT, respectivamente, demonstrando maior claridade do tegumento para o grão produzido no MT. O componente a^* não apresentou variação expressiva entre as regiões produtoras, assim como os componentes b^* e C^* . O ângulo de variação H^* variou entre $71,45^\circ$ para o PR e $72,45^\circ$ para o MT.

3.2 Parâmetros de qualidade do feijão enlatado

Para o peso bruto e líquido (Tabela 2) verificou-se diferença estatística de acordo com o local de produção, com médias de 361,21 e 366,39 g de peso bruto e, 320,32 e 325,59 g de peso líquido, ambas provenientes do MT e PR, respectivamente. Os valores médios para a variável peso drenado foram estatisticamente diferentes entre os processos (152,03 g hidratado e 209,46 g *in natura*), e iguais entre os locais de produção. Pode-se justificar esse resultado devido à diferença inicial de massa de 80 g entre o grão *in natura* e o seco e no segundo processo de 100 gramas de produto hidratado. O baixo valor de sólidos drenados é indicativo de perda excessiva de sólidos durante o processamento aumentando o grau de aglutinação do produto, sendo um efeito indesejável, pois, a aglomeração de grãos ocasiona a liberação de amido no meio do enlatamento (Khanal et al., 2014; Gelete et al., 2021).

Não ocorreram diferenças significativas para as médias apresentadas para o parâmetro pH do produto (Figura 2). Para a acidez do caldo do produto foram verificadas diferenças estatísticas significativas para o fator processo, ocorrendo um decréscimo quando o produto é processado após hidratação, resultado das quebras promovidas pela hidrólise das estruturas químicas durante a hidratação prévia.

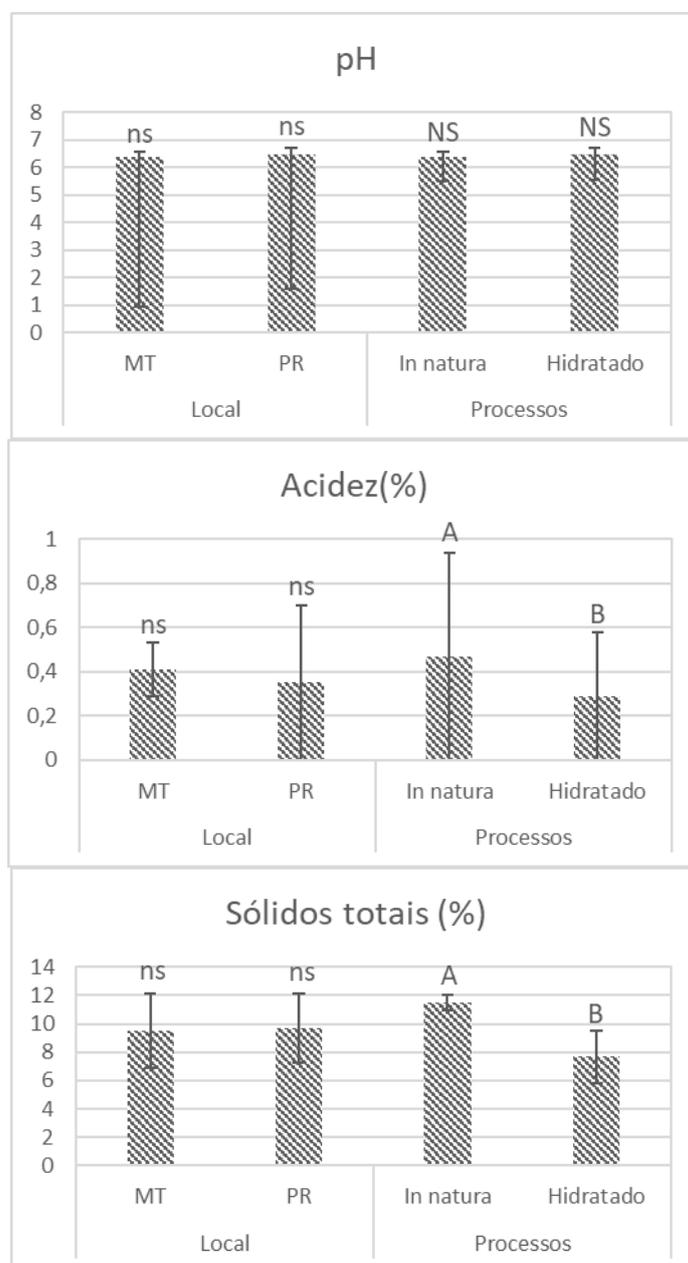
Tabela 2 - Médias para os parâmetros físicos de qualidade do feijão enlatado, obtidos por processos distintos (*in natura* e hidratado para cultivares das classes comerciais cores representadas por Carioca (ANFc9) provenientes de duas regiões produtoras.

Peso bruto (g)			
Processo	Local		
	MT	PR	Média
<i>In natura</i>	361,79 ± 4,77	366,64 ± 1,02	364,22 ± 4,57 ^a
Hidratado	363,37 ± 1,88	366,49 ± 0,87	364,93 ± 1,94 ^a
Média	361,21 ± 3,52 ^a	366,39 ± 0,90 ^b	
Peso líquido (g)			
Processo	Local		
	MT	PR	Média
<i>In natura</i>	320,81 ± 4,99	325,89 ± 1,39	323,36 ± 4,69 ^a
Hidratado	322,63 ± 1,89	325,71 ± 0,98	324,17 ± 2,77 ^a
Média	320,32 ± 3,66 ^a	325,59 ± 1,18 ^b	
Peso drenado (g)			
Processo	Local		
	MT	PR	Média
<i>In natura</i>	213,01 ± 2,71Aa	205,91 ± 10,21aA	209,46 ± 7,73
Hidratado	146,71 ± 3,99aB	157,37 ± 2,24 Ab	152,03 ± 6,52
Média	179,86 ± 36,44	176,30 ± 27,40	

Nota: Letras minúsculas iguais na linha correspondem à médias estatisticamente iguais entre si e letras maiúsculas na coluna correspondem à médias iguais estatisticamente, ao nível de 5% de significância pelos testes Tukey. Fonte: Autores (2017).

O grau de sólidos solúveis no caldo variou entre 6,14 °Brix para processo do grão hidratado e 10,23° para o processo *in natura*, verificando-se diferença estatística significativa entre os tipos de processamento. Para o local de produção, não ocorreram diferenças estatísticas significativas. O índice de sólidos totais no caldo do feijão processado apresentou diferença estatística entre o tipo de processamento, variando entre 6,55% para o processo hidratado e 11,41% para o processo *in natura*. Essa diferença entre ambas medições de sólidos se explica pela lixiviação dos componentes, ocasionada pela hidratação prévia da matéria-prima para os grãos do processo hidratado.

Figura 2 - Médias para os parâmetros físicos de qualidade do feijão carioca enlatado, obtidos por processos distintos (*in natura* e hidratado), provenientes de duas regiões produtoras, Mato Grosso (Sinop - MT) e Paraná (Cascavel – PR).



Nota: Letras minúsculas iguais na linha correspondem à médias estatisticamente iguais entre si e letras maiúsculas na coluna correspondem à médias iguais estatisticamente, ao nível de 5% de significância pelos testes Tukey e Kruskal-Wallis(*), ns-não significativo. Fonte: Autores (2017)

Verificou-se que os grãos submetidos ao processamento industrial sem hidratação prévia (*in natura*), apresentaram melhor aparência quanto à integridade do produto processado, e menor perda de sólidos (Figura 3). No processamento industrial que empregou grão hidratado, o caldo apresentou-se mais claro e brilhante, o qual o consumidor brasileiro tende a apresentar maior aceitação, por sua vez, ocorreu mais danos nesse processo. Ambos os processos apresentaram 100% de grãos com algum tipo de dano, sendo estas trincas no tegumento, grãos explodidos, estourados e/ou trincados.

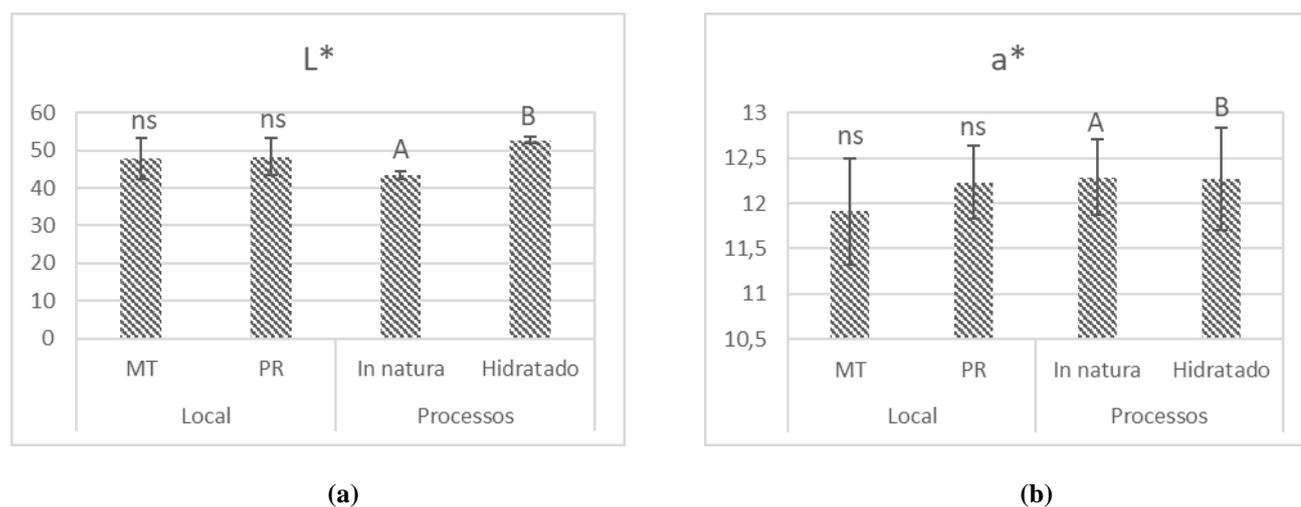
Figura 3 - Aparência dos grãos de feijão das cultivares ANFc9 da classe Carioca, após o processamento industrial tipo enlatado empregando-se ou não hidratação prévia.

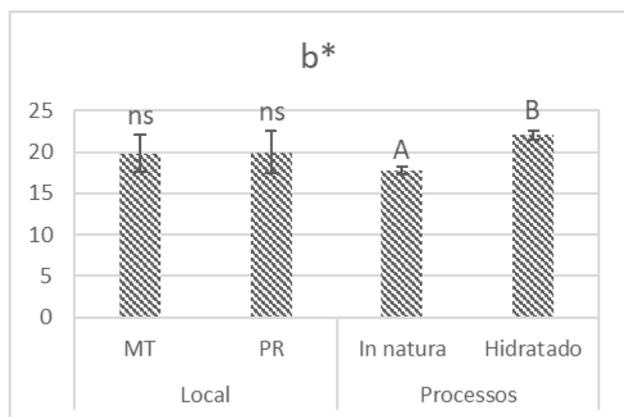


Fonte: Autores (2017).

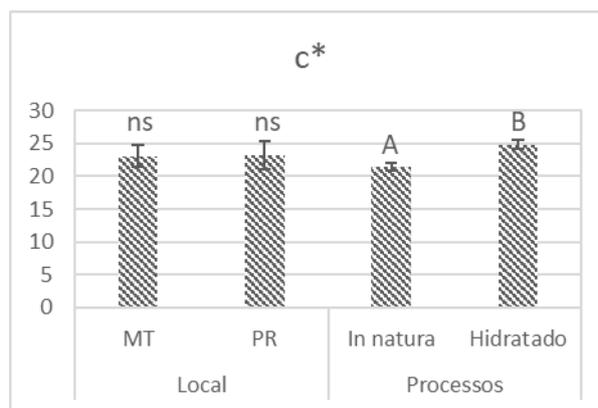
Os defeitos na estrutura dos grãos de feijão processados são uma grande barreira no mercado, pois os consumidores têm preferência por grãos íntegros, com baixa taxa de defeitos estruturais. O desprendimento da casca, aglomeração de grãos seguido do aumento da viscosidade da calda, opacidade, desuniformidade quanto ao tamanho e forma, são características indesejáveis no produto processado (Azarpazhooh & Boye, 2013; Van der Merwe et al., 2006 a,b). Logo, a indústria trabalha com operações que visam a redução nestes defeitos estruturais do produto final.

Figura 4 - Médias para os parâmetros físicos de qualidade do feijão enlatado, obtidos por processos distintos (*in natura* e hidratado): Parâmetros de cores L^* , a^* , b^* , C^* e H^* , para cultivar da classe comercial cores Carioca (ANFc9) provenientes de duas regiões produtoras, Mato Grosso (Sinop - MT) e Paraná (Cascavel - PR)

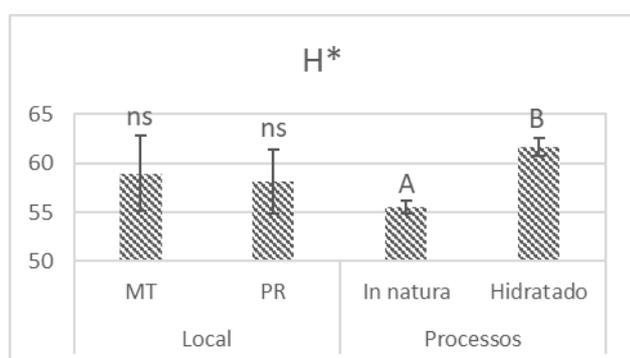




(c)



(d)



(e)

Nota: Letras minúsculas iguais na linha correspondem à médias estatisticamente iguais entre si e letras maiúsculas na coluna correspondem à médias iguais estatisticamente, ao nível de 5% de significância pelos testes Tukey e Kruskal-Wallis(*), ns-não significativo. Fonte: Autores (2017).

Para os componentes de cor do feijão Carioca enlatado (Figura 4a), verificou-se que, para o parâmetro de cor luminosidade (L^*), não ocorreu diferença significativa entre os dois locais de produção. Porém, para os processos industriais verificaram-se médias estatisticamente diferentes, sendo 43,38 para grãos sem hidratação e 52,73, para aqueles que foram previamente hidratados. Ou seja, os feijões da cultivar ANFc9 previamente hidratados pelo período de 4 horas apresentaram após processados maior claridade quando comparados aos não hidratados. Na Figura 4b, para as médias do componente de cor a^* (coordenada verde-vermelho) não ocorreram efeitos estatísticos significativos para os fatores local de produção e processo empregado. Contudo, observou-se aumento do valor do componente a^* dos grãos processados, quando comparados à matéria-prima, indicando a maior presença da cor vermelha nas amostras. Os demais parâmetros de cor (Figuras 4c, 4d e 4e), componente b^* (azul – amarelo), cromaticidade (C^*) e ângulo de coloração (H^*) apresentaram diferenças estatísticas entre os dois tipos de processo, demonstrando-se numericamente as diferenças visuais que são observadas também na figura 2. Entre os traços sensoriais, a cor e a aparência desempenham um papel fundamental na definição de qualidade no feijão processado industrialmente por várias razões. Sendo que a cor e aparência são as características usadas como indicadores rápidos para a aceitação ou rejeição do feijão enlatado (Mendoza et al., 2016).

Existem diversos fatores que podem contribuir com a alteração da cor do feijão do feijão após o processamento industrial, sendo as mais comuns a dissolução e degradação dos pigmentos (Al Dossary, 2016) e reações de escurecimento não enzimático (Guzel & Sayar, 2012). Parmar et al. (2016) verificaram em seu estudo que o valor de b^* para as variedades de

feijão foi significativamente maior em grãos enlatados do que em grãos secos e houve uma redução no valor de L^* após o enlatamento, mostrando que os grãos escureceram após o processamento; o que também foi observado neste estudo.

4. Conclusão

Os índices de qualidade tecnológica nos grãos provenientes do PR, apresentaram-se melhores quando comparados aos produzidos no MT, sendo estes com menor índice de danos após a hidratação e menor concentração de sólidos no caldo. A cultivar ANfc9, com processamento in natura é indicada industrialmente, pois oferece melhor aspecto do grão e do caldo no produto final, fator importante na escolha do consumidor. Os locais de produção avaliados não influenciaram a qualidade do produto processado industrialmente, ocorrendo apenas diferenças para as variáveis de pesos bruto, líquido e drenado. Dessa forma indica-se grãos produzidos em ambas regiões para o processamento industrial sem operação previa de hidratação.

Referências

- Amongi, W., Kato, F., Male, A., Musoke, S., Acam, C., Kabwama, A., & Mukankusi, C. (2021). Development of white common beans for the processing industry in East Africa: Adaptability, resistance to selected diseases, cooking time and canning quality. *African Crop Science Journal*, 29(3), 401–431. <https://doi.org/10.4314/acsj.v29i3.6>
- Bento, J. A. C., Bassinello, P. Z., Morais, D. K., Souza Neto, M. A. de, Bataus, L. A. M., Carvalho, R. N., & Soares Júnior, M. S. (2021). Pre-gelatinized flours of black and carioca bean by-products: Development of gluten-free instant pasta and baked snacks. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100383. <https://doi.org/10.1016/J.IJGFS.2021.100383>
- Bento, J. A. C., Lanna, A. C., Bassinello, P. Z., Oomah, B. D., Pimenta, M. E. B., Carvalho, R. N., & Moreira, A. S. (2020). Aging indicators for stored carioca beans. *Food Research International*, 134, 109249. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109249>
- Chávez-Mendoza, C., & Sánchez, E. (2017). Bioactive Compounds from Mexican Varieties of the Common Bean (*Phaseolus vulgaris*): Implications for Health. *Molecules* 2017, Vol. 22, Page 1360, 22(8), 1360. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES22081360>
- Chigwedere, C. M., Njoroge, D. M., van Loey, A. M., & Hendrickx, M. E. (2019). Understanding the Relations Among the Storage, Soaking, and Cooking Behavior of Pulses: A Scientific Basis for Innovations in Sustainable Foods for the Future. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4), 1135–1165. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12461>
- Ferreira, M. D.; Spricigo, P. C. Colorimetria- princípios e aplicações na agricultura. In: Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças. Ferreira, M. D. 2017. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 284p.
- Gelete, S. H., Mekbib, F., Fenta, B. A., & Teamir, M. (2021). Genotype-by-environment interaction on canning and cooking quality of advanced large-seeded common bean genotypes. *Heliyon*, 7(5), e06936. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06936>
- Khanal, R., Burt, A. J., Woodrow, L., Balasubramanian, P., & Navabi, A. (2014). Genotypic Association of Parameters Commonly Used to Predict Canning Quality of Dry Bean. *Crop Science*, 54(6), 2564–2573. <https://doi.org/10.2135/CROPSCI2014.02.0113>
- Marquezi, M., Gervin, V. M., Watanabe, L. B., Moresco, R., & Amante, E. R. (2017). Chemical and functional properties of different common Brazilian bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20(0). <https://doi.org/10.1590/1981-6723.0616>
- Mary, R., Silochi, H. Q., Schoeninger, V., Hoscher, R. H., Gabriela, N., & Rodrigues, E. (2021). Aspectos que influenciam a aquisição e preparo do feijão comum por consumidores domésticos. *Revista Faz Ciência*, 23(37), 147–164. <https://doi.org/10.48075/RFC.V23I37.27180>
- Matella, N. J., Mishra, D. K., & Dolan, K. D. (2012). Hydration, Blanching and Thermal Processing of Dry Beans. *Dry Beans and Pulses Production, Processing and Nutrition*, 129–154. <https://doi.org/10.1002/9781118448298.CH6>
- Mendoza, F. A., Cichy, K., Lu, R., & Kelly, J. D. (2014). Evaluation of Canning Quality Traits in Black Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by Visible/Near-Infrared Spectroscopy. *Food and Bioprocess Technology*, 7(9), 2666–2678. <https://doi.org/10.1007/S11947-014-1285-Y/FIGURES/4>
- Mendoza, F. A., Kelly, J. D., & Cichy, K. A. (2016). Automated prediction of sensory scores for color and appearance in canned black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) using machine vision. <http://Dx.Doi.Org/10.1080/10942912.2015.1136939>, 20(1), 83–99. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1136939>
- Oomah, B. D., Luc, G., Leprelle, C., Drover, J. C. G., Harrison, J. E., & Olson, M. (2011). Phenolics, phytic acid, and phytase in canadian-grown low-tannin faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(8), 3763–3771. https://doi.org/10.1021/JF200338B/ASSET/IMAGES/LARGE/JF-2011-00338B_0002.JPEG
- Parmar, N., Singh, N., Kaur, A., Viridi, A. S., & Thakur, S. (2016). Effect of canning on color, protein and phenolic profile of grains from kidney bean, field pea and chickpea. *Food Research International*, 89, 526–532. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2016.07.022>
- Proctor, J. R.; Watts, B. M. (1987). Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 20, 9-14.

- Ribeiro, N. D., Santos, G. G. dos, Maziero, S. M., & dos Santos, G. G. (2021). Genetic diversity and selection of bean landraces and cultivars based on technological and nutritional traits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103721. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2020.103721>
- Schoeninger, V., Coelho, S. R. M., & Bassinello, P. Z. (2017). Industrial processing of canned beans. *Ciência Rural*, 47(5), 5. <https://doi.org/10.1590/0103-8478CR20160672>
- Schoeninger, V., Coelho, S. R. M., Bassinello, P. Z., do Prado, N. V., Soares, T. Z. B., & Siqueira, V. C. (2020). Adaptability of brazilian beans cultivars to industrial canning. *Ciência Rural*, 50(9), 1–9. <https://doi.org/10.1590/0103-8478CR20200048>
- Tormena, C. D., Campos, R. C. S., Marcheafave, G. G., Edward Bruns, R., Scarminio, I. S., & Pauli, E. D. (2021). Authentication of carioca common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) using digital image processing and chemometric tools. *Food Chemistry*, 364, 130349. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2021.130349>
- van der Merwe, D., Osthoff, G., & Pretorius, A. J. (2006). Comparison of the canning quality of small white beans (*Phaseolus vulgaris* L.) canned in tomato sauce by a small-scale and an industrial method. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(7), 1046–1056. <https://doi.org/10.1002/JSFA.2453>
- Wainaina, I., Wafula, E., Sila, D., Kyomugasho, C., Grauwet, T., van Loey, A., & Hendrickx, M. (2021). 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*, 20(4), 3690–3718. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12770>
- Wang, N., Hou, A., Santos, J., & Maximiuk, L. (2017). Effects of Cultivar, Growing Location, and Year on Physicochemical and Cooking Characteristics of Dry Beans (*Phaseolus vulgaris*). *Cereal Chemistry*, 94(1), 128–134. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-04-16-0124-FI>