

## PRÉ-PROCESSAMENTO DE GRÃOS DE FEIJÃO DESIDRATADOS DE COZIMENTO RÁPIDO

VANDERLEIA SCHOENINGER<sup>1</sup>, TÁBATA ZINGANO BISCHOFF<sup>2</sup>, ROSE MARY HELENA QUINT SILOCHI<sup>3</sup>, NAIMARA VIEIRA DO PRADO<sup>4</sup>, SILVIA RENATA MACHADO COELHO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>a</sup> Agrícola, Prof. Adjunto, Faculdade de Agrárias, UFGD, Dourados - MS, Fone: (0XX67) 3410.2365, vschoeninger@ufgd.edu.br

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup> Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel, PR.

<sup>3</sup> Economista Doméstica, Prof<sup>a</sup>. Adjunto, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, UNIOESTE, Francisco Beltrão, PR.

<sup>4</sup> Matemática e Eng<sup>a</sup> Agrícola, Prof<sup>a</sup>. Assistente, Departamento Acadêmico de Física, Estatística e Matemática, UTFPR, Francisco Beltrão, PR.

<sup>5</sup> Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Prof<sup>a</sup>. do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel, PR.

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** Neste trabalho foram apresentadas informações sobre uma opção diferenciada de produto derivado do feijão, o desidratado de cozimento rápido. O objetivo foi avaliar a performance de diferentes cultivares brasileiros submetidos ao pré-processamento, assim como a qualidade tecnológica do produto final. No processamento do feijão desidratado de cozimento rápido foi empregado um delineamento composto central (DCC) com dois fatores. O primeiro fator foi cultivar, avaliando-se BRS Pérola, BRS Madrepérola, BRS Estilo e IAPAR 81; o segundo fator foi a concentração de NaHCO<sub>3</sub> empregado na hidratação, seguida da secagem dos grãos. No produto final avaliou-se tempo de cozimento dos grãos comparando-se com grãos controle (não processados). Verificou-se que os efeitos nos parâmetros de qualidade são dependentes do fator cultivar, visto que BRS Estilo e BRS Madrepérola destacaram-se devido ao menor tempo de cozimento, quando comparados ao BRS Pérola e IAPAR 81. Para BRS Estilo, o aumento na concentração de NaHCO<sub>3</sub> reduz significativamente o tempo de cozimento quando comparado ao cultivar BRS Madrepérola. Por fim, com os resultados apresentados neste trabalho pretende-se contribuir com pesquisas futuras sobre o processamento de feijão desidratado de cozimento rápido.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Phaseolus vulgaris* L., hidratação, bicarbonato de sódio.

### PREPROCESSING OF DEHYDRATED QUICK-COOKING BEANS

**ABSTRACT:** In this paper we were presented information about a different option product derived from beans, the dehydrated quick-cooking. The objective was to evaluate the performance of different Brazilian cultivars subjected to preprocessing as well as the technological quality of the final product. In the processing of quick-cooking dried beans was used a central composite design (DCC) with two factors. The first factor was cultivar, evaluating BRS Pérola, BRS Madrepérola, BRS Estilo and IAPAR 81. The second factor was the concentration of NaHCO<sub>3</sub> used in the hydration, followed by drying of the grains. In the final product the cooking time was evaluated by comparing with a control grain (unprocessed). It was found that the effects on quality parameters were dependent on the cultivar factor, because BRS Estilo and BRS Madrepérola stood out due to the shorter cooking time in comparison to the BRS Pérola and IAPAR 81. For BRS Estilo, increase the concentration NaHCO<sub>3</sub> reduced significantly the cooking time when compared to BRS

Madrepérola. Finally, with the results presented in this paper is intended to contribute with future research on the dehydrated quick-cooking beans processing.

**KEYWORDS:** *Phaseolus vulgaris* L., soaking, sodium bicarbonate.

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, destaca-se a inclusão do feijão na dieta e os seus benefícios na saúde humana devido aos seus constituintes nutricionais. Os principais efeitos da ingestão frequente deste alimento incluem o controle e a prevenção de várias doenças metabólicas, como o diabetes, doenças cardiovasculares e câncer (OSORIO-DÍAZ *et al.*, 2002; PAN *et al.*, 2010; GUZEL; SAYAR, 2012; SILVA *et al.*, 2012; MORENO-JIMÉNEZ *et al.*, 2015 ). Os compostos fenólicos e taninos presentes nas leguminosas, também considerados antinutricionais por diminuírem a biodisponibilidade de proteínas e minerais, vêm ganhando espaço na pesquisa acadêmica. Devido a sua ação contra radicais livres, que podem retardar ou inibir danos oxidativos, pois atuam como antioxidantes e em, alguns casos, apresentam ação anti-inflamatória (GARCÍA-LAFUENTE *et al.*, 2014), dessa forma seus efeitos contribuem para a promoção da saúde. A produção de feijão em todo mundo aumentou nos últimos anos, porém o consumo vem diminuindo, devido a mudanças nos hábitos alimentares, por isso a indústria procura novos usos para o feijão com a criação de novos alimentos que apresentem além de preparo facilitado, efeitos na saúde e bem-estar do consumidor (AGUILERA *et al.*, 2011).

Uma das formas de processamento que pode ser empregada em leguminosas é a que visa obter um produto processado desidratado e de cozimento rápido. O objetivo da técnica é reduzir o tempo de preparação para os consumidores domésticos (CAI; CHANG, 1997a). Esse processo ainda não é empregado industrialmente em larga escala, mas tem potencial para, no futuro, interar o grupo de alimentos à base de feijão presentes no mercado. Porém, atualmente, um dos problemas relacionados com o este tipo de processamento que leva à não aceitação do produto são os defeitos estruturais, ou seja, a divisão dos grãos e a ruptura da casca. A pesquisa em torno do feijão pré-cozido desidratado está focada, principalmente, em duas áreas: redução do tempo de preparo e dos defeitos estruturais (PAN *et al.*, 2010).

A ideia básica acerca do feijão desidratado de cozimento rápido é a de grãos submetidos a processamento, principalmente com redução no tempo de preparo, seguido da secagem, visando apresentar ao consumidor um produto seco, com aspecto visual parecido ao grão *in natura* encontrado no mercado (CAI; CHANG, 1997b). O grão processado e desidratado poderia ser uma alternativa de rápida preparação, além de promover o consumo do feijão (ULLOA *et al.*, 2013).

As etapas que envolvem o processamento do feijão desidratado de cozimento rápido podem ser: o branqueamento, a hidratação, o cozimento e a secagem (PAN *et al.*, 2010). A hidratação em grãos de feijão é uma etapa que antecede o cozimento, tradicionalmente realizada pelos consumidores, durante um período de algumas horas, que permite a absorção de água, facilitando a etapa de cozimento e garantindo a maciez ao produto. Segundo Rehman, Salarya e Safar (2001), a hidratação do feijão permite suavizar a textura e acelerar o cozimento do grão. Zhao e Chang (2008) apontam que a hidratação em longos períodos em condições de baixa temperatura aumenta a distribuição da celulose na parede celular e promove o amaciamento do produto. Entretanto, é um processo que, juntamente com o cozimento, pode acarretar perda de micro e macronutrientes e do conteúdo proteico. A hidratação dos grãos de feijão pode ser utilizada em associação com processos químicos, como por exemplo, adição de sais de sódio com o objetivo de reduzir o tempo de cocção de leguminosas (ONWUKA; OKALA, 2003; SCHOENINGER *et al.*, 2014; ÁVILA *et al.*, 2015).

Matella, Mishra e Dolan (2013) apontam a utilização de aditivos no processo de hidratação de grãos de feijão como o cloreto de sódio (NaCl), bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>), carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), visando à redução no tempo de preparo do produto. Uрга *et al.* (2006), com o objetivo de processar ervilhas de cozimento rápido utilizaram a maceração e o branqueamento em soluções, contendo bicarbonato de sódio, ácido cítrico e minerais. Ocorreram reduções significativas no tempo de cozimento quando utilizadas essas soluções na maceração dos grãos de ervilha. Essas técnicas são, então, alternativas para tornar o produto mais aceitável pelos consumidores, além de diminuir custos com energia no preparo dos alimentos. A secagem dos grãos de feijão de cozimento rápido é realizada para reduzir o teor de água, aumentando assim a vida de prateleira. O objetivo também é tornar o aspecto do produto próximo ao grão seco tradicional (ABU-GHANNAM, GOWEN; 2011).

As pesquisas com feijão desidratado de cozimento rápido iniciaram em meados de 1960 e evoluíram, ao longo do tempo. Dorsey, Orinda e Strashun (1966) apresentam uma das primeiras propostas para esta técnica de processamento, e designam o produto final como feijão instantâneo. Os autores utilizaram nesse processo as etapas de cozimento na temperatura de 100 °C por 15 minutos, em condição pressurizada e resfriamento seguido da secagem na temperatura de 130 °C por 2 horas ou 160 °C por 1 hora, com o objetivo de reduzir o teor de água dos grãos de feijão para 6 a 10%. Iyer *et al.* (1980) avaliaram a aplicação do processamento em feijões de rápido cozimento em três tipos de feijão: Great Northern, kidney e Pinto; o primeiro foi indicado por apresentar características organolépticas mais aceitáveis do que os demais.

Al-Nouri e Siddiq (1982) relatam o método para obtenção de feijão de cozimento rápido, com as etapas de branqueamento por um período de 7 minutos, hidratação em soluções salinas, utilizando NaHCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e fosfato trissódico (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), seguida da secagem. Della Valle e Marco (1988) avaliaram o processamento de feijão, também denominado pelos autores, como instantâneo. O processo utilizado consistiu no cozimento dos grãos por 2 horas na temperatura de 100 °C, seguido da secagem a 100 °C, em sistema de circulação de ar, com a redução do conteúdo de água para 10%. Bertoldo *et al.* (2010) avaliaram o efeito da adição do NaCl na hidratação de feijões dos cultivares BRS Pérola e IPR Uirapuru envelhecidos e verificaram para ambos um efeito significativo da adição deste sal na redução do tempo de cozimento, logo a técnica também é uma alternativa para processos de cocção de grãos com defeitos de endurecimento na casca e no tegumento devidos ao armazenamento.

Cai e Chang (1997a) relataram o grande problema na preparação de feijões desidratados de cozimento rápido, o alto índice de defeitos no produto final. Os autores sugeriram o revestimento dos grãos antes da secagem com utilização de biopolímero (dextrina a 20%), que reduziu 43% o índice de grãos danificados ao final do processo. Os autores também apontam outras características de qualidade que devem ser apresentadas por este tipo de produto, coloração com tonalidades próximas ao grão não processado, tempo de reidratação baixo (6 a 9 minutos) e firmeza aceitável pelos consumidores após o cozimento doméstico. O tempo de preparação de feijão pré-cozido desidratado deve ser relativamente curto, para atrair os consumidores para o produto. Segundo Pan *et al.* (2010), este tempo deve ser não mais do que 10 a 20 minutos, em água fervente.

Neste sentido, além de reduzir o tempo de preparo do feijão, deve-se buscar a redução no nível de dano e na diferença de coloração causados pelo pré-processamento, para que se obtenha um produto de qualidade e maior aceitação pelos consumidores, diminuindo-se as perdas econômicas para os fabricantes. Portanto, trabalhos na área se fazem necessários para que possam ser orientadas novas pesquisas e processos em torno desse tipo de produto, além da verificação da adaptabilidade de classes e cultivares de feijão neste processo. Considerando o exposto, estabeleceu-se como objetivo desta etapa do presente trabalho avaliar os efeitos do

processamento, em quatro cultivares de feijão da classe comercial Carioca, utilizando hidratação em sal de sódio seguida de secagem, para obtenção de grãos desidratados de cozimento rápido.

## MATERIAL E MÉTODOS

Grãos de quatro cultivares de feijão do grupo I, classe comercial cores (BRS Pérola, BRS Madrepérola, BRS Estilo e IAPAR 81) foram doadas pela Embrapa Arroz e Feijão e cultivadas na Safra 2013/2014, em uma área agrícola comercial no município de Santa Tereza do Oeste – Paraná. A colheita, a debulha e a limpeza do produto foram realizadas manualmente, seguidas da secagem ao ar natural em ambiente de laboratório. Após a secagem, os grãos foram encaminhados ao Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas da UNIOESTE – *campus* Cascavel –PR, e submetidos ao processamento.

O processamento dos grãos de feijão Carioca de cozimento rápido foi realizado utilizando-se hidratação em solução salina seguida de secagem do produto. Para tal, foram utilizadas diferentes concentrações de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) na solução de hidratação, além de considerar como fator de variação no processo, os cultivares. Os fatores estudados estão apresentados na Tabela 1, juntamente com seus respectivos níveis. A faixa de estudo para a concentração de  $\text{NaHCO}_3$  foi definida com base em estudos realizados por Schoeninger et al. (2014). Os níveis para o fator cultivar foram 4: BRS Pérola, BRS Madrepérola, BRS Estilo e IAPAR 81.

Tabela 1 Matriz do planejamento composto central (DCC) definindo os níveis iniciais estabelecidos das duas variáveis independentes do processo de produção do feijão Carioca desidratado de cozimento rápido

Fatores	Níveis		
	-1	0	+1
Concentração de $\text{NaHCO}_3$ ( $\text{g} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ )	0	1,5	3,0
Cultivar*	-	-	-

\*Foram consideradas os quatro cultivares: BRS Pérola, BRS Madrepérola, BRS Estilo e IAPAR 81.

A combinação dos fatores estudados gerou a matriz do planejamento que contou com 20 ensaios. Para cada ensaio utilizaram-se 125 gramas de feijão, os quais foram acondicionadas em béquer, contendo 500 mL de solução de  $\text{NaHCO}_3$ . Os grãos permaneceram em hidratação pelo período de 13 horas e 10 minutos em condições de temperatura ambiente. Após, a solução foi drenada e os grãos dispostos em estufa de circulação e renovação de ar (Tecnal® TE-394/1) na temperatura de  $55 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Durante a secagem, os grãos tiveram a massa mensurada em intervalos periódicos, até atingirem, aproximadamente, o teor de água inicial ao processo (13% base seca). As condições de tempo de hidratação, temperatura da solução e de secagem foram definidos de acordo com resultados das pesquisas de Schoeninger *et al.* (2014).

Ao final do processamento, avaliou-se em, cada amostra, o tempo de cozimento (minutos), utilizando-se o aparelho cozedor de Mattson modificado, em condições atmosféricas ambientais, seguindo o método proposto por Proctor e Watts (1987). O tempo de cozimento foi considerado quando, no mínimo, 50% (TC50) dos grãos foram perfurados pelas hastes metálicas do aparelho. A análise também foi realizada em grãos controle (não processados) e com os valores do tempo de cozimento das amostras de feijões, processado e controle, foi calculada a alteração do tempo de cozimento (ATC) nos grãos, conforme Equação 1:

$$ATC = \left( \frac{TC_{controle} - TC_{amostra}}{TC_{controle}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que:

ATC = Alteração do tempo de cozimento da amostra, em relação ao controle (%);

TC<sub>Controle</sub> = tempo necessário para o cozimento dos grãos de feijão considerados controle (não processados), em minutos;

TC<sub>amostra</sub> = tempo necessário para o cozimento dos grãos das amostras de feijão processado, em minutos.

Utilizou-se um planejamento do tipo delineamento composto central 2<sup>K</sup>, com pontos centrais, que avaliou o efeito do fator quantitativo: concentração de NaHCO<sub>3</sub> utilizada na hidratação (g.100mL<sup>-1</sup>), em três níveis (-1, 0 e +1); e do fator qualitativo: cultivar, em quatro níveis (BRS Pérola, BRS Madrepérola, BRS Estilo e IAPAR 81), na variável dependente tempo de cozimento. Esta etapa contou com 20 ensaios, incluindo três repetições no ponto central a cada combinação dos níveis da variável cultivar. Os resultados foram analisados, calculando-se os efeitos principais dos fatores e da interação sobre as respostas analisadas, considerando um nível de significância de 5% (p<0,05) (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2010) e, também, as combinações entre dois fatores qualitativos (cultivar).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os grãos de feijão não processados (controle) apresentaram tempo de cozimento médio igual a 20, 16, 13 e 20 minutos para os cultivares BRS Pérola, BRS Madrepérola, BRS Estilo e IAPAR 81, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 Caracterização dos parâmetros tempo de cozimento (TC) para os grãos das quatro cultivares de feijão considerados controle, sem processamento

**Characterization parameters of the cooking time (CT) for the four beans cultivars control, without processing**

<b>Cultivar</b>	<b>TC (minutos)*</b>
BRS Pérola	20 ± 1,53 <sup>a</sup>
BRS Madrepérola	16 ± 1,15 <sup>b</sup>
BRS Estilo	13 ± 0,58 <sup>b</sup>
IAPAR 81	20 ± 2,08 <sup>a</sup>

\*Média ± desvio padrão. Letras minúsculas iguais na coluna representam médias estatisticamente iguais entre si, de acordo com o teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Os valores são considerados baixos, porém, cabe ressaltar que foram avaliados em grãos recém-colhidos. Oliveira *et al.* (2011) avaliaram o tempo de cozimento em diferentes cultivares de feijão recém-colhido e verificaram valores médios inferiores a 24,4 minutos, dessa forma todas as amostras apresentaram um grau de maciez aceitável para o consumo doméstico. No caso dos cultivares avaliados neste estudo, pode-se inferir que os mesmos apresentaram alta qualidade para o cozimento doméstico, após a colheita, com atenção para o BRS Estilo que apresentou o menor tempo de cocção.

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados para os parâmetros de qualidade tecnológica dos grãos processados, analisados após a realização dos ensaios do planejamento delineamento composto central (DCC).

Tabela 3 Resultados relativos ao delineamento composto central (DCC) para as variáveis dependentes tempo de cozimento (minutos) e alteração no tempo de cozimento em relação ao controle (ATC%) dos grãos de feijão Carioca processados

**Results for the central composite design (CCD) for the dependent variables cooking time (minutes) and changes relative to control cooking time of Carioca beans processed**

Ensaio	NaHCO <sub>3</sub> (g.100mL <sup>-1</sup> )	Cultivar	Tempo de cozimento (min)	ATC (%)*
01	+1 (3)	BRS Pérola	11	- 43,33
02	-1 (0)	BRS Pérola	21	+ 6,67
03	+1 (3)	BRS Madrepérola	17	+ 8,33
04	-1 (0)	BRS Madrepérola	21	+ 29,17
05	+1 (3)	BRS Estilo	10	- 23,08
06	-1 (0)	BRS Estilo	21	+ 61,54
07	+1 (3)	IAPAR 81	13	- 35,00
08	-1 (0)	IAPAR 81	23	+ 15,00
09	0 (1,5)	BRS Pérola	17	- 16,67
10	0 (1,5)	BRS Pérola	21	+ 6,67
11	0 (1,5)	BRS Pérola	18	- 8,33
12	0 (1,5)	BRS Madrepérola	24	+ 50,00
13	0 (1,5)	BRS Madrepérola	18	+ 9,38
14	0 (1,5)	BRS Madrepérola	21	+ 31,25
15	0 (1,5)	BRS Estilo	19	+ 43,59
16	0 (1,5)	BRS Estilo	18	+ 41,03
17	0 (1,5)	BRS Estilo	20	+ 56,41
18	0 (1,5)	IAPAR 81	18	- 10,00
19	0 (1,5)	IAPAR 81	20	0,00
20	0 (1,5)	IAPAR 81	19	- 3,33

\*Calculado com relação aos grãos controle (não processados).

Na variável resposta tempo de cozimento, verificou-se média geral de 19 minutos, com variação entre 11 (ensaio 01) e 24 minutos (ensaio 12) (Tabela 3). Em relação ao percentual de alteração do tempo de cozimento (ATC), observou-se que a condição do ensaio 01, ou seja, para os grãos do cultivar BRS Pérola hidratados na concentração de NaHCO<sub>3</sub> de 3 g.100mL<sup>-1</sup>, ocorreu redução do tempo de cozimento, comparando-se aos grãos controle, correspondendo a 43,33%. Nas condições do ensaio 06, para o cultivar BRS Estilo, sem adição de sal na hidratação, ocorreu o incremento no tempo de cozimento dos grãos, correspondendo a 61,54%.

Os resultados da análise de efeitos lineares principais dos fatores abordados no processamento do feijão Carioca de cozimento rápido mostrou que o fator concentração de sal apresentou para a resposta tempo de cozimento um efeito negativo (-7,00) (Figuras 1 a, b) e significativo, ou seja, com a alteração de 0 para 3 g.100 mL<sup>-1</sup> na concentração de NaHCO<sub>3</sub> da solução de hidratação, os grãos diminuíram seu tempo de cocção em 7 minutos. Este é um resultado desejável no processo de obtenção de feijão desidratado de cozimento rápido. Em relação ao efeito do fator cultivar (Tabela 4), observou-se que, quando passa do nível BRS Pérola para BRS Madrepérola, ocorre incremento no tempo de cozimento (efeito de 3,00) (Figuras 1 a e 2b).

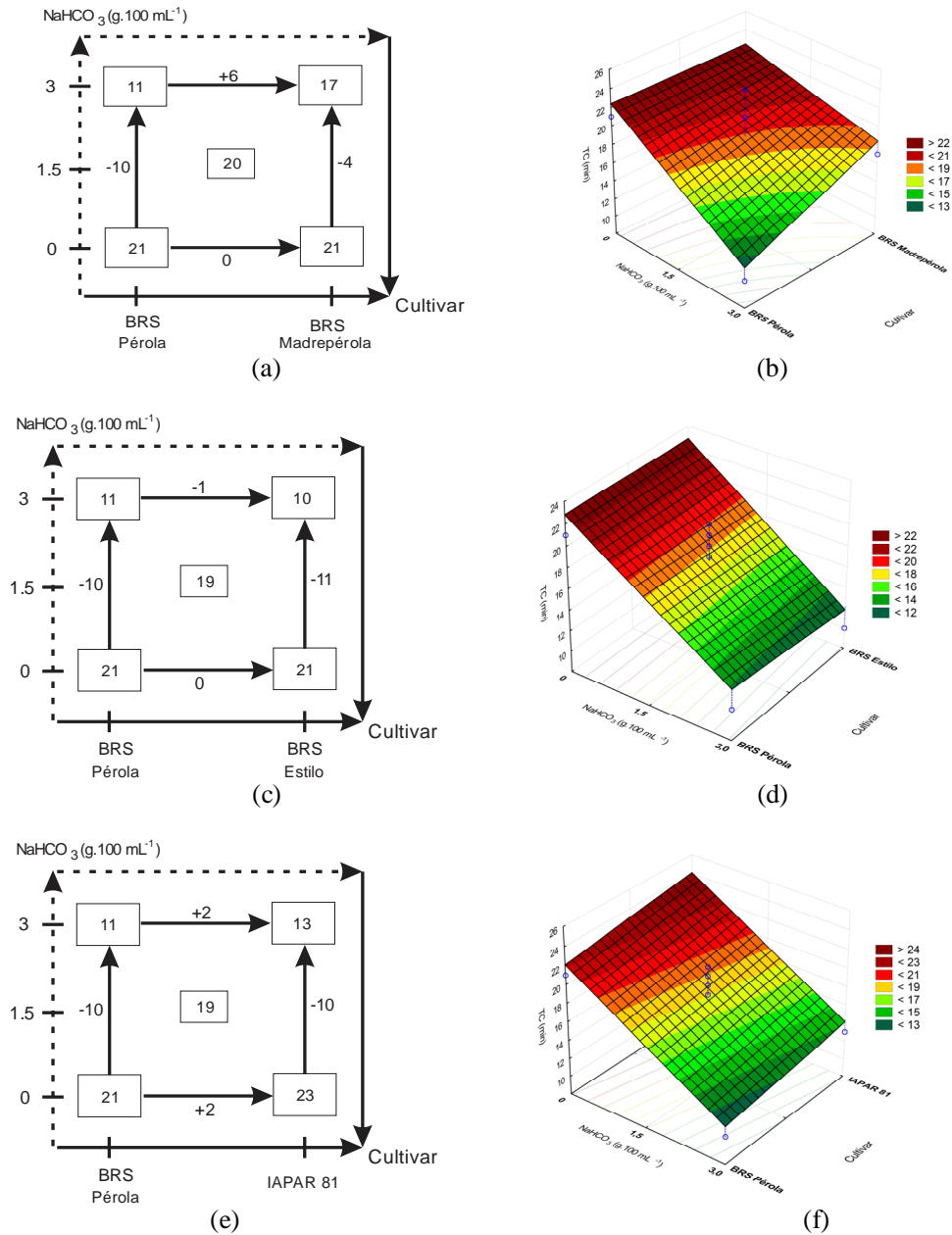


Figura 1 Diagramas para a interpretação dos resultados para a resposta tempo de cozimento (minutos) para as combinações do fator cultivar BRS Pérola x BRS Madrepérola (a,b), BRS Pérola x BRS Estilo (c, d) e BRS Pérola e IAPAR 81 (e,f), do planejamento composto central  $2^2$  juntamente com a representação dos modelos matemáticos em função dos fatores cultivar e concentração de  $\text{NaHCO}_3$ .

Para a combinação dos cultivares BRS Pérola x BRS Estilo, observou-se o efeito da concentração de sal no tempo de cozimento verifica-se o valor de -10,50, ou seja, quando a concentração de  $\text{NaHCO}_3$  é alterada de 0 para 3 g.100mL<sup>-1</sup>, o tempo é reduzido em 10,5 minutos (Figuras 1c,d). Na avaliação de cultivares BRS Pérola x IAPAR 81 observou-se também expressivo e significativo efeito do fator sal no tempo de cozimento (-10,00) que também pode ser visualizado nas Figuras 1e e 1f. Entre os cultivares BRS Madrepérola e BRS Estilo observaram-se, também, os efeitos significativos para a variável resposta tempo de cozimento (-7,50).

Para a combinação de cultivares BRS Estilo e IAPAR 81, verificou-se efeito significativo do fator sal, sendo negativo para o tempo de cozimento (-10,50). O efeito do fator cultivar foi significativo para a resposta tempo de cozimento (2,50), ou seja, sobressaiu-se o cultivar BRS Estilo, quando comparado ao IAPAR 81, devido este contribuir para o aumento no tempo de cocção dos grãos processados.

O efeito das soluções salinas na redução no tempo de cozimento dos grãos, observado neste trabalho, foi abordado por várias pesquisas em torno de feijão e outras leguminosas processadas. De acordo com Matella, Mishra e Dolan (2013), o sal empregado, bicarbonato de sódio, é um aditivo utilizado para aumentar o amaciamento do tegumento e do cotilédone pelo incremento no pH da solução, promovendo-se assim acréscimo na absorção de água. Ainda segundo os mesmos autores, os efeitos da solução a base de  $\text{NaHCO}_3$  se dá devido ao aumento das pressões osmóticas que levam a água para o interior do grão e, também, pelo aumento da permeabilidade do grão de feijão através de mudanças físico-químicas que ocorrem dentro dos tecidos estruturais, como os amidos do feijão.

Iyer *et al.* (1980) avaliaram o efeito da adição de uma solução contendo cloreto de sódio, bicarbonato de sódio, tripolifosfato e carbonato de sódio na hidratação de feijão e verificaram uma redução de 80 a 85% do tempo de cozimento, quando comparados ao controle. Ávila *et al.* (2015) avaliaram o efeito da aplicação de  $\text{NaHCO}_3$  em feijão caupi envelhecido e, para esta espécie, a redução no tempo de cocção foi expressiva: 14 minutos para a concentração de 0%, e 2 minutos para 2,5%. Além das pressões osmóticas, outro fator que pode explicar a redução no tempo de cocção e o amaciamento da textura de leguminosas, após a adição de sais de sódio é a ação dos agentes quelantes. Os mesmos realizam trocas e mecanismos de quelação entre os cátions monovalentes, como o  $\text{Na}^+$  presente na solução de hidratação utilizada neste trabalho, por cátions bivalentes como o  $\text{Ca}^{+2}$  e o  $\text{Mg}^{+2}$ , que estão presentes na lamela média da parede celular do grão (IYER *et al.*, 1980; AL-NOURI; SIDDIQ 1982; BELLIDO *et al.*; 2006; ÁVILA *et al.*, 2015). Nesta estrutura, o  $\text{Ca}^+$  possui um importante papel de manutenção, com efeito cimentante, devido à deposição deste sal durante os processos de divisão celular (FAVARO; IDA, 1998). Com base nisto, um dos fatores que pode contribuir para o maior ou menor volume das trocas entre os íons, é a concentração de  $\text{Ca}^+$  presente nos grãos, fato este que poderá ser investigado em trabalhos futuros, correlacionando-se os efeitos no tempo de cozimento com o conteúdo químico de cada cultivar de feijão. Outra combinação que altera a textura do produto é a alta temperatura associada à condição alcalina no momento do cozimento, nessa condição os grãos tornam-se excessivamente inchados e os amidos são rompidos, devido à perda de ordenação molecular e desnaturação das estruturas (IYER *et al.*, 1980).

## CONCLUSÕES

A adição de  $\text{NaHCO}_3$  na hidratação seguida de secagem ocasionou significativa redução do tempo de cozimento. Os efeitos nos parâmetros de qualidade do processamento do feijão desidratado são dependentes do fator cultivar, visto que BRS Estilo e BRS Madrepérola destacaram-se devido ao menor tempo de cozimento após o processamento, quando comparados ao BRS Pérola e IAPAR 81. Para o cultivar BRS Estilo, o aumento na concentração de  $\text{NaHCO}_3$  reduz, significativamente, o tempo de cozimento, quando comparado com o cultivar BRS Madrepérola.

Os resultados obtidos neste estudo poderão contribuir com trabalhos futuros em torno de feijão desidratado de rápido cozimento, com a necessidade de realização de testes de comparação nutricional e de características organolépticas no produto final.

## AGRADECIMENTOS

À Embrapa Arroz e Feijão, na pessoa da pesquisadora Dra. Priscila Z. Bassinello, pela concessão de amostras de feijão para a realização deste experimento.

## REFERÊNCIAS

- ABU-GHANNAM, N.; GOWEN, A. Pulse-based food products. *In*: TIWARI, B. K.; GOWEN, A.; MCKENNA, B. **Pulse foods - Processing, quality and nutraceutical applications**. USA: Elsevier, 2011, p. 249-282.
- AGUILERA, Y.; ESTRELLA, I.; BENITEZ, V.; ESTEBAN, R.M.; MARTÍN-CABREJAS, M. Bioactive phenolic compounds and functional properties of dehydrated bean flours. **Food Research International**, v. 44, n.1, p. 774-780, 2011.
- AL-NOURI, F.F.; SIDDIQI, M. A Quick Cooking Method for Broad Beans. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v. 15, n. 1, p. 75-77, 1982.
- ÁVILA, B. P.; SANTOS, M. S.; NICOLETTI, A. N.; ALVES, G. D.; ELIAS, M. C.; MONKS, J.; GULARTE, M. A. Impact of different salts in soaking water on the cooking time, texture and physical parameters of cowpeas. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.70, n.4, p. 463-469, 2015.
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: aplicações na ciência e na indústria**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- BELLIDO, G.; ARNTFIELD, S. D.; CENKOWSKI, S.; SCANLON, M. Effects of micronization pretreatments on the physicochemical properties of navy and black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 39, p. 779-787, 2006.
- BERTOLDO, J. G.; ROCHA, F.; BARILI, L. D.; VALE, N. M.; COIMBRA, J. L. M. Concentrações salinas combinadas com tempos de hidratação: efeito no tempo de cocção em feijão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 5010-515, 2010.
- CAI, T. D.; CHANG, K. C. Processing to improve quality of dehydrated precooked pinto beans. **Journal of Food Science**, v. 62, n. 1, p. 141-144, 1997a.
- CAI, T. D.; CHANG, K. C. The effect of coatings and processing methods on dehydrated precooked whole pinto beans quality. **Journal of Food Quality**, Ames, v. 20, n. 1, p. 315-328, 1997b.
- DELLA VALLE, F. R.; MARCO, E. Production of quality quick-cooking beans by a cooking/dehydration process. **Journal of Food Processing and Preservation**, Davis, v. 12, n. 2, p. 83-93, 1988.
- DORSEY, W. R., ORINDA, S. I., STRASHUN. Dehydrated precooked bean process. Patentes americanas oficiais, Patente n. 3.290.159. 1966.
- FAVARO, S. P.; IDA, E. L. Textura de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) processado ou não: efeito da aplicação de concentrações crescentes de cálcio via absorção radicular. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, 1998.
- GARCÍA-LAFUENTE; A.; MORO, C.; MANCHÓN, N.; GONZALO-RUIZ, A.; VILLARES, A.; GUILLAMÓN, E.; ROSTAGNO, M.; MATEO-VIVARACHO, L. In vitro anti-inflammatory activity of phenolic rich extracts from white and red common beans. **Food Chemistry**, Reading, v. 161, n. 1, p. 216-223, 2014.
- GUZEL, D.; SAYAR, S. Effect of cooking methods on selected physicochemical and nutritional properties of barlotto bean, chickpea, faba bean, and white kidney bean. **LWT - Journal of Food Science and Technology**, Zurich, v. 49, n.1, p. 89-95, 2012.
- IYER, V.; SALUNKHE, D. K.; SATHE, S. K.; ROCKLAND, L. B. Quick-cooking beans (*Phaseolus vulgaris* L.): I. Investigations on quality. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 30, n. 1, p. 27-43, 1980.

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, 2013. p. 129-154.

MORENO-JIMENEZ, M. R.; CERVANTES-CARDOZA, V.; GALLEGOS-INFANTE, J. A.; GONZÁLEZ-LAREDO, R. F.; ESTRELLA, I.; GARCÍA-GASCA, T. J.; HERRERA-CARRERA, E.; DÍAZ-RIVAS, J. O.; ROCHA-GUZMÁN. Phenolic composition changes of processed common beans: their antioxidant and anti-inflammatory effects in intestinal cancer cells. **Food Research International**, Toronto, v. 76, n. 1, p. 79-85, 2015.

OLIVEIRA, V. R.; RIBEIRO, N. D.; MAZIERO, S. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JOST, E. Qualidade para o cozimento e composição nutricional de genótipos de feijão com e sem armazenamento sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 746-752, 2011.

ONWUKA, U. N.; OKALA, O. Effect of selected salts on the cooking time, protein content and sensory properties of african yam beans and cowpeas. **Food Service Technology**, v. 3, n. 1, p. 3-7, 2003.

PAN, Z.; ATUNGULU, G. G.; WEI, L.; HAFF, R. Development of impact acoustic detection and density separations methods for production of high quality processed beans. **Journal of Food Engineering**, Daves, v. 97, n. 1, p. 292-300, 2010.

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**, Apple Hill, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.

REHMAN, Z.; SALARYA, A. M.; SAFAR, S. I. Effect of processing on available carbohydrate content and starch digestibility of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, Reading, v. 73, n. 3, p. 351-355, 2001.

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, 2014.

SILVA, C. A.; ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P.; MAIA, L. G. S. Chemical composition as related to seed of common bean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 12, n. 1, p. 132-137, 2012.

ULLOA, J. A.; BONILLA-SÁNCHEZ, C. R.; ORTÍZ-JIMÉNEZ, M. A.; RAMÍREZ-RAMÍREZ, J. C.; ULLOA-RANGEL, B. E. Rehydration properties of precooked whole beans (*Phaseolus vulgaris* L.) dehydrated at room temperature. **CyTA - Journal of Food**, v. 11, n. 1, p. 94-99, 2013.

URGA, K.; FUFU, H.; BIRATU, E.; GEBRETSADIK, M. Effects of blanching and soaking on some physical characteristics of grass pea (*Lathirus Sativus*). **African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development**, Nairobi, v. 6, n. 1. p. 1-17, 2006.

ZHAO, B.; CHANG, K. C. Evaluation of effects of soaking and precooking conditions on the quality of precooked dehydrated pea, lentil and chickpea products. **Journal of Food Processing and Preservation**, Wyndmoor, v. 32, n. 1, p. 517-532, 2008.