# QUALIDADE TECNOLÓGICA DE FEIJÃO BRS ESTILO SUBMETIDO À DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM

Geraldo Acácio Mabasso[1]; Valdiney Cambuy Siqueira[2]; Maria Heloisa Junqueira[3]; Larissa Porto Ale[4]; Ebert Ferreira Silvestre[5]

[1]Mestrando em Engenharia Agrícola – UFGD/Dourados – MS/Brasil. Bolsista do Instituto de Bolsas de Moçambique – Email: geral.do@hotmail.com; [2]Professor pesquisador no curso de Engenharia Agrícola – UFGD/Dourados – MS/Brasil – Email: vcambuy@yahoo.com; [3]Mestrada em Engenharia Agrícola – UFGD/Dourados – MS/Brasil; [4]Graduanda em Engenharia Agrícola – UFGD/Dourados – MS/Brasil – Email: portoalelarissa@gmail.com; [5]Graduando em Engenharia Agrícola – UFGD/Dourados – MS/Brasil – Email: ebert814@gmail.com

**RESUMO:** A secagem é um processo necessário para a preservação da qualidade de grãos colhidos com teor de água elevado, porém, quando conduzida com temperatura inadequada, pode promover alterações físico-químicas que modificam a qualidade do produto. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito de diferentes temperaturas de secagem na qualidade tecnológica dos grãos de feijão carioca cv. BRS Estilo. O material, colhido com aproximadamente 20% de teor de água em base úmida (b.u.), foi submetido à secagem em secador de camada fixa horizontal com ventilação forçada, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, até atingir 11 ± 0,3% (b.u.). A qualidade tecnológica foi avaliada por meio do teste de cocção, sólidos solúveis totais e sólidos solúveis do caldo de cozimento. Com base nos resultados, pôde-se concluir que, o aumento da temperatura de secagem implica na redução de grãos inteiros após o cozimento e em aumento da porcentagem de embebição antes do cozimento e dos sólidos solúveis totais e sólidos solúveis do caldo de cozimento. O tempo médio de cocção e a porcentagem de embebição durante a cocção não foram influenciados pela temperatura de secagem.
**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L.; sólidos solúveis; cozimento.

**ABSTRACT:** Drying is a necessary process for the preservation of the quality of grains harvested with high moisture content, but when conducted with inadequate temperature, can promote physico-chemical changes that modify the product quality. It was aimed with the present work to evaluate the effect of different drying temperatures on the seedling performance, and technological and nutritional quality of grains of bean cv. BRS Estilo. The material, harvested at approximately 20% moisture content (wet basis), were subjected to drying in a horizontal fixed layer dryer with forced ventilation, at temperatures of 40, 50, 60 and 70 °C until reaching 11 ± 0.3% (w.b.). The technological quality was evaluated through the cooking test, total soluble solids and soluble solids of the cooking broth. Based on the results, it could be concluded that increasing the drying temperature implies reducing whole grains after cooking and increasing the percentage of soaking before cooking and the total soluble solids and soluble solids of the cooking broth. The average cooking time and the percentage of soaking during cooking were not influenced by the drying temperature.
**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L.; soluble solids; cooking.

## INTRODUÇÃO

O feijão é considerado a segunda leguminosa mais importante no mundo, e umas das principais fontes alimentares na África, Índia e América Latina (XU & CHANG, 2011). No Brasil, em conjunto com o arroz, é a principal fonte proteica, fornecendo quase todos os aminoácidos necessários para o organismo humano (CALHEIROS & CANNIATTI-BRAZACA, 2011).

Sua elevada gama de nutrientes aumenta a sua adoção em dietas restritivas como a de vegetarianos e veganos, sendo amplo sua utilização em diversos tipos de alimentos, como panificações, saladas e alimentos enlatados (NCIRI *et al*., 2015). Além disso, a inclusão de feijões na alimentação diariamente tem apresentado muitos benefícios, controlando e prevenindo diversas doenças metabólicas, além de reduzir os riscos de desenvolver doenças crônicas (REBELLO *et al*., 2014; TROMPETTE *et al*., 2014; DUEÑAS *et al*., 2015).

Dessa forma, são realizadas ações governamentais, visando impulsionar seu consumo, com programas de pesquisa agrícola em diversas instituições e estímulo de produção em pequenas, médias e grandes propriedades rurais, evidenciando sua importância socioeconômica (SILVA & WANDER, 2013).

Porém, o mercado tem se tornado cada vez mais exigente, sendo de responsabilidade dos participantes da cadeia produtiva do feijão, o fornecimento de produtos com melhor qualidade tecnológica.

A qualidade tecnológica é determinada principalmente pelo tipo de feijão e sua cultivar, sendo influenciados pelos efeitos dos ambientes e manejos de plantio, além dos beneficiamentos de pós-colheita, condições de armazenamento e pela forma de preparo do grão (BASSINELLO *et al*., 2003; DALLA CORTE *et al*. 2003; SIDDIQ & UEBERMEX, 2013).

Sob condições controladas de temperatura e umidade, a secagem permite que o produto atinja teores de água seguros, garantindo a preservação de sua qualidade (SEHRAWAT *et al*., 2016). Porém, é importante se atentar ao fato de que a adoção de altas temperaturas ou tempo prolongado de secagem pode afetar os atributos físicos e químicos dos alimentos, o que promove alterações estruturais e, por consequência, alterações nas características tecnológicas do produto (OLIVEIRA *et al*., 2010; JAFARI *et al*., 2016).

Portanto, produtores, exportadores e distribuidores de alimentos costumam dar atenção especial às principais mudanças estruturais que, devido ao aquecimento durante o processo de secagem, podem levar à alteração do comportamento funcional ou das características do alimento, o que os deixa sujeitos à perdas econômicas (RIBEIRO *et al*., 2008; ELSADR *et al*., 2011; DEHNAD *et al*., 2016).

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a qualidade tecnológica de grãos de feijão, submetidos à diferentes temperaturas de secagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Colheita e secagem dos grãos

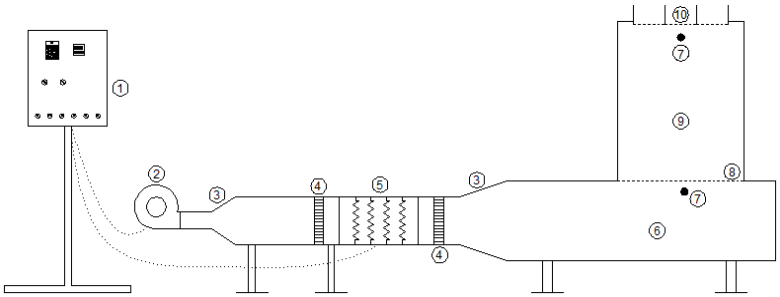
Os grãos de feijão foram colhidos manualmente na forma de vagem em uma fazenda localizada no município de Indápolis, região da Grande Dourados no Mato Grosso do sul, latitude 22°13’39,24’’ sul e longitude 54°19’01,41’’ oeste, a 306 metros de altitude, entre os dias 18 e 20 de julho de 2016.

Após a colheita, as vagens foram trilhadas no laboratório de Propriedades Físicas de Produtos Agrícolas da Faculdade de Ciências Agrárias – FCA da Universidade Federal da

Grande Dourados - UFGD. Em seguida fez-se a seleção do produto, removendo todo material estranho e grãos danificados, chochos ou imaturos. Depois da seleção, os grãos foram homogeneizados e ensacados em embalagens de polipropileno e colocados em câmara do tipo B.O.D a 5 °C durante 72 horas, a fim de equilibrar o teor de água entre o material. Posteriormente, o produto foi colocado em temperatura ambiente por 24 horas, visando o equilíbrio térmico, e então obtido o teor de água inicial, de 20 ± 0,5% (b.u.).

Os grãos foram submetidos ao processo de secagem, em um secador experimental de camada fixa, com um sistema que controla com precisão o fluxo e a temperatura do ar de secagem. Possui uma série de sensores conectados a um painel de controle, visando a obtenção de um ajuste fino e o monitoramento das condições do ar de secagem.

O secador experimental de camada fixa (Figura 1) possui como fonte de aquecimento um conjunto de resistências elétricas, totalizando 12 kW de potência, um ventilador Siroco, do fabricante Ibram, modelo VSI-160, o qual possui um motor de 1 cv. O controle de temperatura é realizado por meio de um controlador universal de processos, modelo N1200, da marca Novus, trabalhando com controle Proporcional-Integral-Derivativo (PID), e o fluxo de ar é selecionado através de um inversor de frequência ligado ao motor do ventilador.



**1**- Painel de controle
**2**- Ventilador centrífugo
**3**- Expansões
**4**-Homogeneizadores de ar
**5**- Resistências elétricas
**6**- Plenum
**7**-Ponto de medição de temperatura
**8**- Fundo telado
**9**- Leito de secagem
**10**-Bandejas para secagem em camada delgada.

**Figura 1**. Secador experimental de camada fixa utilizado na secagem dos grãos de feijão.
Fonte: GONELI *et al*. (2016).

As temperaturas do ar de secagem utilizadas foram de: 40, 50, 60 e 70 ºC, em condições controladas e monitoradas por um termômetro instalado no ponto 7 da Figura 1. A velocidade do ar de secagem foi monitorada com o auxílio de um anemômetro de pás rotativas e mantida em torno de 0,5 m $s^{-1}$.

Durante a secagem os grãos foram revolvidos frequentemente de forma a modificar a frente de secagem, e o processo ocorreu até que o material atingisse o teor de água de 11 ± 0,3 % (b.u.). Este valor é considerado um teor de água aplicável para o armazenamento seguro e também estar dentro do padrão de comercialização do produto. A perda de água durante a secagem foi acompanhada por meio do método gravimétrico, utilizando-se três repetições de grãos com peso previamente conhecido, colocados em sacos de material perfurado, do tipo tule, distribuídas aleatoriamente na camada de sementes, as quais eram pesadas em balança semi-analítica de resolução de 0,001 g, em intervalos de tempo.

Os teores de água inicial e final das amostras foram determinados utilizando o método de estufa descrito pela Regra para Analise de Sementes (BRASIL, 2009), adaptado, utilizando estufa de ventilação forçada a 105 ± 1 ºC, durante 24 h, em três repetições por tratamento.

**Variáveis analisadas**

**Teste de Cocção**

O teste de cocção foi realizado com base nas seguintes análises: porcentagem de embebição antes do cozimento (PEANC), tempo médio de cocção por Mattson (TMC), porcentagem de embebição durante o cozimento (PEDC) e porcentagem de grãos inteiros após o cozimento (PGIAC).

A porcentagem de embebição de água antes do cozimento (PEANC) foi determinada aplicando-se a metodologia de Sartori (1982), onde foram utilizadas 30g de grãos uniformes e inteiros, obtendo-se, deste modo, a massa seca de grãos antes da embebição (MS). Os grãos foram colocados em béquer com capacidade de 500 mL, com 100 mL de água destilada, por 16 horas à temperatura ambiente. Após o período de embebição, os grãos foram retirados e secos com papel toalha, sendo então pesados para se obter a massa dos grãos úmidos (MU). A porcentagem de embebição foi determinada pela Equação 1, proposta por GARCIA-VELA e STANLEY (1989):

$$\%PEANC = \frac{MU\text{-}MS}{MS} \times 100 \qquad (1)$$

O tempo médio de cocção por Mattson (TMC) foi realizada em parceria com o Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em Cascavel – PR, seguindo, de forma adaptada, o método proposto por PROCTOR e WATTS (1987) e SARTORI (1982). Foram amostrados aproximadamente 15 g de grãos uniformes e inteiros. Estes grãos foram colocados em embebição em 100 mL de água destilada, por 16 horas, à temperatura ambiente; 25 grãos foram escolhidos aleatoriamente e colocados no cozedor de Mattson (cada grão é colocado individualmente em uma cavidade do aparelho e sob uma vareta de metal de 90 g e 1,48 mm de diâmetro de ponta). Foram aquecidos 1.000 mL de água destilada até a fervura, num recipiente de alumínio com capacidade para 3.000 mL. Em seguida, foi colocado o cozedor, já preparado com os grãos, no recipiente de alumínio, cronometrando-se o tempo de cozimento das amostras, em minutos, quando 52% dos grãos foram perfurados.

Para a determinação da porcentagem de embebição durante o cozimento (PEDC), utilizou-se os grãos provenientes do teste de porcentagem de embebição antes do cozimento. Os grãos foram alocados em béquer com capacidade para 500 ml, e foi então adicionado 100 ml de água destilada, os grãos foram aquecidos por 1 hora, utilizando-se uma chapa aquecedora elétrica, iniciando-se a contagem do tempo após o início da fervura da água, tendo-se o cuidado de sempre completar o volume de água de forma que o grão ficasse submerso. Os grãos foram drenados e pesados, obtendo-se a massa úmida dos grãos após o cozimento (MUc). A porcentagem de embebição foi determinada pela seguinte Equação 2, proposta por GARCIA-VELA e STANLEY (1989) e CARBONELL *et al* (2003):

$$\%PEDC = \frac{MU_c - MS}{MS} \times 100 \quad (2)$$

A porcentagem de grãos inteiros após o cozimento (PGIAC) foi obtida das amostras provenientes da porcentagem de embebição de água durante o cozimento. Os grãos após o cozimento foram pesados em sua totalidade (TG) e separados em duas porções: inteiros (GI), quando apresentavam o cotilédone em sua totalidade, e partidos (GP) quando o cotilédone ficava exposto e desgasto. A seguir, quantificou-se, a porcentagem de grãos inteiros, determinado pela Equação 3 (GARCIA VELA & STANLEY, 1989):

$$\%PGIAC = \left[\frac{(TG - GP)}{TG}\right] \times 100 \quad (3)$$

**Sólidos Solúveis Totais no caldo de cozimento**

Para determinar a quantidade de sólidos solúveis totais no caldo de cozimento ($SST_c$), foi utilizada a metodologia descrita por Sartori (1982), onde 10 g de grãos de feijão (MS) foram colocados em béqueres com capacidade para 500 mL, e embebidos em 100 mL de água destilada por 13 horas. Em seguida, os béqueres com os feijões foram aquecidos em chapa elétrica, empregando-se os tempos de cocção previamente estabelecidos para cada tratamento pelos testes de cozimento, sendo a contagem do tempo iniciada após a água atingir temperatura de ebulição. Os caldos obtidos com a cocção foram filtrados, tendo-se o cuidado de remover o caldo com o auxílio de uma peseta, e então coletados em béqueres limpos, secos e de massas conhecidas. Os béqueres com os caldos foram secos em estufa com circulação forçada, a 60ºC até atingirem peso constante e os béqueres foram novamente pesados. Os teores de sólidos solúveis totais no caldo foram determinados pela Equação 4:

$$SST_c(\%) = \frac{[(\text{massa do béquer + resíduo seco}) - (\text{massa do béquer})] \times 100}{MS} \quad (4)$$

**Sólidos solúveis do caldo de cozimento**

Os sólidos solúveis do caldo de cozimento do feijão foram determinados pelo °Brix, realizado com uma gota do caldo obtido no teste de porcentagem de embebição durante o cozimento quando este atingiu o tempo previamente estabelecido pelo teste de tempo médio de cocção, sendo a contagem do tempo iniciada após a água atingir temperatura de ebulição. O béquer com o feijão teve seu volume completado até atingir os 100 ml prévios, de forma a manter a solução padronizada. A leitura do °Brix foi realizada com o auxílio de um refratômetro manual portátil, tendo-se o cuidado de limpar o leitor do refratômetro com água destilada entre as análises de cada repetição.

**Análise estatística**

O experimento foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com quatro tratamentos (temperaturas de secagem de 40, 50, 60 e 70 °C), em três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão e os modelos foram selecionados considerando-se a significância da equação pelo teste de F, a magnitude do coeficiente de determinação ($R^2$), além do conhecimento da evolução do fenômeno em estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resumo da análise de variância das variáveis, porcentagem de embebição antes do cozimento, tempo médio de cocção, porcentagem de embebição durante o cozimento, porcentagem e grãos inteiros após o cozimento, sólidos solúveis totais do caldo de cozimento, e sólidos solúveis do caldo é apresentado na Tabela 1. Verifica-se que as variáveis de coloração e porcentagem de embebição durante o cozimento não apresentaram diferença significativa, enquanto as demais variáveis apresentaram diferença significativa de 5% ou inferior.

**Tabela 1**. Resumo da análise de variância para porcentagem de embebição antes do cozimento (PEANC), tempo médio de cocção (TMC), porcentagem de embebição durante o cozimento (PEDC), porcentagem e grãos inteiros após o cozimento (PGIAC), sólidos solúveis totais do caldo de cozimento ($SST_c$), e sólidos solúveis do caldo (SS) do feijão cv. BRS estilo submetido a diferentes temperaturas do ar de secagem.

| Variável | Grau de Liberdade | Valor médio | Quadrado médio | CV (%) | $P_{valor}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| PEANC | 8 | 100,32 | 10,991 | 0,41 | 0,0001** |
| TMC | 8 | 12,15 | 0,766 | 3,54 | 0,0477 * |
| PEDC | 8 | 133,43 | 5,307 | 2,26 | 0,6416 $^{n.s}$ |
| PGIAC | 8 | 51,92 | 88,088 | 6,39 | 0,0085** |
| TEV | 8 | 0,79 | 0,000 | 0,73 | 0,0001** |
| $SST_c$ | 8 | 7,80 | 1,137 | 4,24 | 0,0039** |
| SS | 8 | 0,5 | 0,009 | 9,13 | 0,0388 * |

*Significativo a p< 0,05
**Significativo a p<0,01
$^{n.s.}$Não significativo

Os resultados mostram que a porcentagem de embebição antes da cocção dos grãos de feijão foi influenciada de forma linear e crescente com o incremento da temperatura do ar de secagem (Figura 2). Os resultados obtidos para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C foram, respectivamente, de 98,19; 99,81; 100,48 e 102,81%. Valores semelhantes (101,01%) são relatados por PERINA *et al*. (2014) trabalhando com feijão BRs Estilo, cultivado na safra da seca.

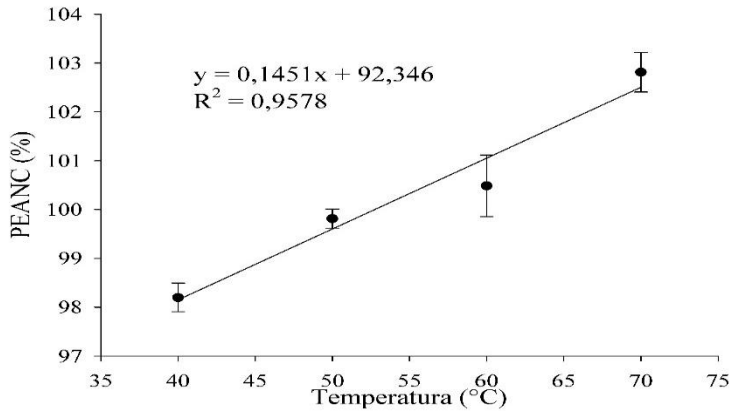



**Figura 2**. Porcentagem de embebição antes da cocção dos grãos de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

O aumento da porcentagem de embebição antes da cocção se deve ao tempo de exposição ao calor e do método de secagem, uma vez que temperaturas elevadas podem danificar as membranas celulares e desnaturar proteínas, bem como causar fissuras ao grão (MENEZES *et al*., 2012). Com isso o produto oferece menor resistência à entrada de água durante o processo de embebição.

A absorção de água é interessante do ponto de vista industrial, sendo preferidas as cultivares que apresentam maiores valores, uma vez que grãos de feijão que apresentam alta porcentagem de absorção de água em relação ao seu peso seco proporcionam maior rendimento após o cozimento (PERINA *et al*., 2014). Dessa forma, evidencia-se o potencial da secagem em maiores temperaturas de propiciarem maiores rendimentos culinários.

Durante a embebição, as enzimas das paredes das células do feijão tornam-se hidratadas e assim iniciam a hidrólise da pectina e de outros polissacarídeos, otimizando o processo de embebição e aumentando a condutividade térmica do grão. A ativação desse tipo de enzima pode reduzir o tempo necessário de cozimento para atingir a textura desejada dos grãos (PUJOLA *et al*., 2007; MARTINEZ-MANRIQUE *et al*., 2011; SIDDIQ & UEBERSAX, 2013).

Segundo DELFINO e CANNIATTI-BRAZACA (2010), os grãos que absorvem mais água tendem a ser os de mais fácil cocção. Resultado semelhante foi obtido por PERINA *et al*. (2014), que ao avaliarem diversas cultivares de feijão-carioca e preto quanto à qualidade tecnológica na safra da seca, obtiveram menor tempo de cocção em grãos com menor PEANC. Porém, essa relação direta é encontrada apenas por alguns autores, visto que nem sempre a maior capacidade de hidratação dos grãos é um indicativo de menor tempo de cocção (DALLA CORTE *et al*., 2003).

Os valores de tempo médio de cocção variaram de 11,4 a 12,7 minutos, e não apresentaram tendência de comportamento, apesar de apresentarem diferença estatística significativa entre os tratamentos. No presente trabalho não é possível observar uma relação entre o tempo médio de cocção e a porcentagem de embebição antes da cocção. Os valores encontrados no presente trabalho para o tempo médio de cocção são muito inferiores ao obtido por TORGA *et al*. (2011), que foi de 27,3 minutos, e PERINA *et al*. (2014), 29,3 minutos para o feijão da época de seca, ambos para a mesma cultivar. Isso pode estar relacionado aos fatores de pré-colheita, visto que o ambiente pode exercer influência, seja de plantio (relativo à estação de produção ou a localização geográfica) ou de processos pós-colheita, como a secagem e armazenamento.

De acordo com CARBONELL *et al*. (2003), situações de estresse hídrico, como seca e altas temperaturas próxima à colheita podem acarretar em grãos mais duros, o que pode ter influenciado nos resultados desse estudo comparado aos outros autores, visto que as temperaturas registradas pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) na região de plantio atingiram mínimas de até 4,3 °C, na semana anterior à colheita (INMET, 2017)

A porcentagem de embebição durante a cocção dos grãos de feijão apresentou valores variando de 132,11 a 135,12%. E assim como o TMC, não se observa nenhuma tendência de comportamento em função das temperaturas utilizadas. Os resultados encontrados no presente trabalho são semelhantes aos de PERINA *et al*. (2014), avaliando a mesma cultivar, cultivada no período das secas, obtendo 137,52%. Altos índice de PEDC implicam em um aumento do rendimento do feijão após o cozimento. Sendo assim, as condições de secagem não influenciaram no desempenho desta cultivar nesta análise.

Houve decréscimo na quantidade de grãos inteiros após o cozimento com o aumento da temperatura de secagem (Figura 3). Os valores observados foram de 58,48; 53,47; 50,06 e 45,66% para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70%, respectivamente. Valores semelhantes foram encontrados por PERINA *et al*. (2014), avaliando a mesma cultivar, sendo observados PGIAC de 52,26% na época da seca, em feijões que não foram submetidos a nenhum tratamento de secagem.

Tal comportamento foi observado, visto que elevadas temperaturas de secagem e exposição do produto ao calor por longos períodos podem alterar as ligações de amido do grão, alterando sua capacidade de gelatinização ou geleificação (OLIVEIRA *et al*., 2010), e consequentemente a estabilidade do produto.

Durante a embebição, a água penetra nos grânulos de amido e nas frações protéicas dentro dos grãos, facilitando reações químicas como a gelatinização do amido e a desnaturação de proteínas durante o cozimento (SIDDIQ & UEBERSAX, 2013). Como os grãos foram pré-gelatinizados durante a secagem, durante o cozimento, eles apresentam a ausência do pico de gelatinização, acarretando em declínio contínuo de viscosidade (RAGAEE & ABDEL-AAL, 2006) proporcionando menor porcentagem de grãos inteiros após o cozimento.

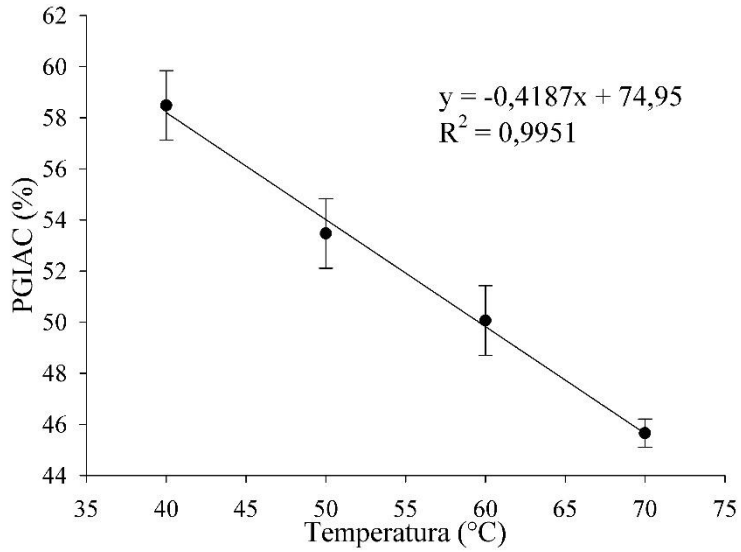



**Figura 3**. Porcentagem de grãos inteiros após a cocção dos grãos de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

Os valores de PGIAC são importantes em termos comerciais, visto que o consumidor tem uma tendência a preferir feijões que não perdem a integridade após cozidos (BASSINELLO *et al*., 2003). Avaliando esse atributo individualmente, a temperatura de 40 °C foi a que apresentou melhor resultado.

A porcentagem de sólidos solúveis totais do caldo de cozimento do feijão (Figura 4) aumentou com a elevação da temperatura de secagem, tendo apresentado valores de 7,22; 7,84; 7,49 e 8,64% para as temperaturas e 40, 50, 60 e 70 °C, respectivamente. Esse resultado está diretamente relacionado a porcentagem de grãos inteiros após a cocção, pois quanto maior o número de grãos partidos, mais fácil é a passagem dos componentes (principalmente o amido) dos grãos para o meio de cocção.

O amido tem diversas funções sensoriais, dentre as quais, fornece textura e sólidos em suspensão além de servir de espessante (SMITH, 1982). Quando em solução, durante o processo de cocção, o amido gelatiniza, passando os seus constituintes (como a amilose e a amilopectina) para o meio de cocção. Quando em repouso, as moléculas de amilose têm a capacidade de se associar e formar precipitados, aumentando a viscosidade do caldo de cozimento (LEE, 1983; WANG *et al*., 2010).

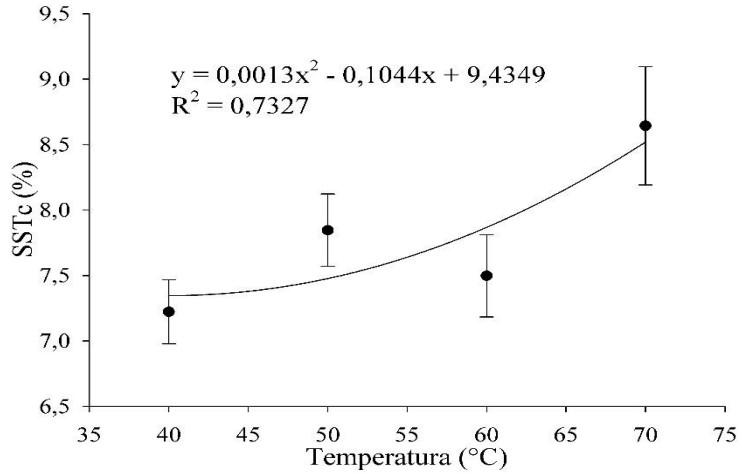



**Figura 4**. Porcentagem de sólidos solúveis totais do caldo de cozimento dos grãos de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

Assim como a porcentagem de sólidos solúveis totais, os sólidos solúveis, mensurados por °Brix, apresentaram tendência de aumento com a elevação da temperatura de secagem (Figura 5), tendo apresentado valores de 0,43, 0,53, 0,46 e 0,56 para as temperaturas e 40, 50, 60 e 70 °C.

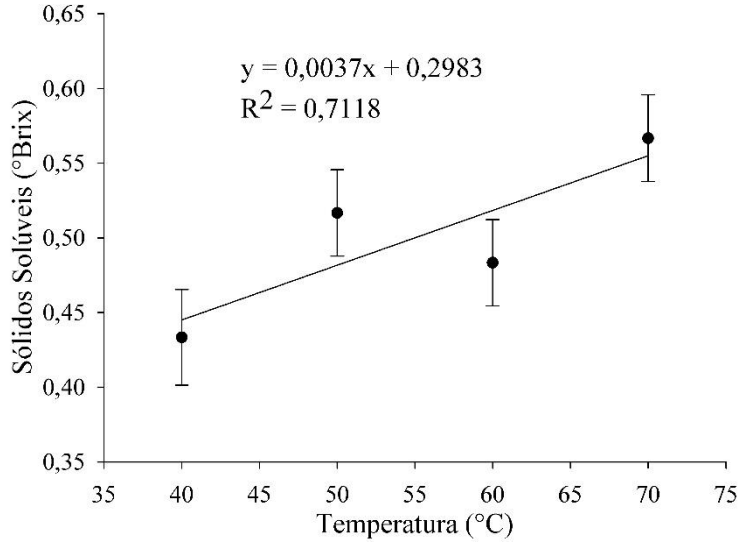



**Figura 5**. Sólidos solúveis do caldo de cozimento dos grãos de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

O teor de sólidos solúveis é uma característica importante para a determinação da qualidade do caldo de cozimento do feijão (SILVA *et al*., 2016). E assim como o SSTc, é influenciado pela passagem dos constituintes do feijão para o caldo.
Visto que a característica do caldo sofre influência da quantidade de sólidos presentes, dessa forma, quanto maior a quantidade de sólidos totais, mais encorpado e viscoso será o caldo do feijão, atendendo a demanda dos consumidores, que tem preferência por caldo com boa consistência (BASSINELO *et al*., 2003). Dessa forma, avaliando esse atributo individualmente, a temperatura de 70 °C foi a que apresentou melhor resultado.

## CONCLUSÕES

A temperatura de secagem não influenciou o tempo médio de cocção e a porcentagem de embebição durante a cocção. O aumento da temperatura de secagem refletiu no aumento da porcentagem e embebição antes do cozimento, e na quantidade de sólidos solúveis totais e sólidos solúveis. Menores temperaturas de secagem propiciaram maior quantidade de grãos inteiros após o cozimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSINELO, P.Z.; COBUCCI, R.M.A.; ULHÁ, V.G.; MELO, L.C.; PELOSO, M.J. **Aceitabilidade de três cultivares de feijoeiro comum**. Embrapa Arroz e Feijão Comunicado Técnico 66. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.
BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399p.
CALHEIROS, K.O.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Disponibilidade de ferro, digestibilidade de proteína e teor de β-caroteno em formulados alternativos de baixo custo para alimentação enteral de idosos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.1, p.41-55, 2011.
CARBONELL, S.A.M.; CARVALHO, C.R.L.; PEREIRA, V.R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, v.62, n.3, p.369-379, 2003.
DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M.B.S.; DSTO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, n.3, p.193-202, 2003.
DEHNAD, D.; JAFARI, S.M.; AFRASIABI, M. Influence of drying on functional properties of food biopolymers: From traditional to novel dehydration techniques. **Trends in Food Science and Technology**, v.56, n.1, p.116-131, 2016.
DELFINO, R.A.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Polyphenol and protein interaction and the effect on protein digestibility in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Perola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.2, p.308-312, 2010.
DUEÑAS, M.; MARTINEZ-VILLALUENGA, C.; LIMON, R.I.; PEÑAS, E.; FIAS, J. Effect of germination and elicitation on phenolic composition and bioactivity of kidney beans. **Food Research International**, v.70, n.1, p.55-63, 2015.
ELSADR, H. T.; WRIGHT, L.C.; PAULS, K.P.; BETT, K.E. Characterization of seed coat post harvest darkening in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Theoretical Applied Genetics**, v.123, n.8, p.1467-1472, 2011.
GARCIA-VELA, L.A.; STANLEY, D.W. Water-holding capacity in hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris*): effect of pH and ionic strength. **Journal of Food Science**, v.54, n.4, p. 1080-1081, 1989.

GONELI, A.L.D., MARTINS, E.A.S., JORDAN, R.A.; GEISENHOFF, L.O.; GARCIA, R.T. Dimensionamento de um secador experimental para secagem de produtos agrícolas. **Revista Engenharia Agrícola**. v.36, n.5. 2016.
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em http://www.inmet.gov.br/. Acesso em 22 fev. 2017.
JAFARI, M.; RAJABZADEH, A.R.; TABTABAEI, S.; MARSOLAIS, F.; LEGGE, R.L. Physicochemical characterization of a navy bean (*Phaseolus vulgaris*) protein fraction produced using a solvent-free method. **Food Chemistry**, v.208, n.1, p.35-41, 2016.
LEE, F. A. **Basic food chemistry**. 2nd ed. Wageningen: AVI, 1983. 564 p.
MARTINEZ-MANRIQUE, E.; JACINTO-HERNANDEZ, C.; GARZA-GARCIA, R.; CAMPOS, A.; MORENO, E.; BERNAL-LUGO, I. Enzymatic changes in pectic polysaccharides related to the beneficial effect of soaking on bean cooking time. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.91, n.13, p.2394–2398. 2011.
MENEZES, N.L.; PASQUALLI, L.L.; BARBIERI, A.P.P.; VIDAL, M.D.; CONCEIÇÃO, G.M. Temperaturas de secagem na integridade física, qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.4, p.430-436, 2012
NCIRI, N.; CHO, N.; BERGAOUI, N.; MHAMDI, F.E.; AMMAR, A.B.; TRABELSI N.; ZEKRI, S.; GUÉMIRA, F.; MANSOUR, A.B.; SASSI, F.H.; AISSA-FENNIRA, F.B. Effect of white kidney beans (*Phaseolus vulgaris L.* var. Beldia) on small intestine morphology and function in Wistar rats. **Journal of Medicinal Food**, v.18, n.12, p.1387-1399, 2015.
OLIVEIRA, L.C.; GUTKOSKI, L.G.; ELIAS, M.C.; MAZZUTTI, S.; AOSANI, E.; ROCHA, J.C. Efeito da temperatura de secagem na qualidade de grãos de aveia branca. **Ciência e Agrotecnologia**. v.34, n.2, p.313-319 2010
PERINA, E.F.; CARVALHO, C.R.L.; CHIORATO, A.F.; LOPES, R.L.T.; GONÇALVES, J.G.R.; CARBONELL, S.A.M. Technological quality of common bean grains obtained in different growing seasons. **Bragantia**, v.73, n.1, 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**, v.20, n.1, p.9-14, 1987.
RAGAEE, S.; ABDEL-AAL, E.M. Pasting properties of starch and protein in select cereals and quality of their food products. **Food Chemistry**, v.75, n.1, p.9-18, 2006.
REBELLO, C.J.; GREENWAY, F.L.; FINLEY, J.W. A review of the nutritional value of legumes and their effects on obesity and its related co-morbidities. **Obesity Reviews**, v.15, n.5, p.392-407, 2014.
RIBEIRO, N.D.; POERSCH, N,L; ROSA, S.S. Períodos de semeadura e condições de armazenamento na qualidade de cozimento de grãos de feijão. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.936-941, 2008.
SARTORI, M.R. **Technological quality of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) stored under nitrogen**. PhD. Dissertation. Manhattan, Kansas, USA: Department of Grain Science and Industry, Kansas State University. 1982.
SEHRAWAT, R.; NEMA, P.K.; KAUR, B.P. Effect of superheated steam drying on properties of foodstuffs and kinetic modeling. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.34, n.1, p.285-301, 2016)
SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. **Dry beans and pulses**: production, processing and nutrition. Ames: John Wiley & Sons, 2013, 398p.

SILVA, O.F.; WANDER, A.E. **O feijão-comum no Brasil**: passado, presente e futuro. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2013. 59 p. (Documentos, 287)

SILVA, M.B.O; CARVALHO, A.J.; CARNEIRO, J.E.S.; ASPIAZU, I.; ALVES, E.E.; DAVID, A.M.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, n.4, p.1721-1732, 2016

SMITH, P.S. Starch derivatives and their use in foods. **In:** LINEBACK, D. R.; INGLETT, G. E. (Ed.). Food carbohydrates. Westport: AVI, 1982. p. 237-269.

TORGA, P.P.; PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; BASSINELLO, P.Z.; CARVALHO, H.W.L.; COSTA, A.F.; MELO, P.G.S. Cooking time of common beans carioca type evaluated in different environments. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v.54, p.40-41. 2011

TROMPETTE, A.; GOLLWITZER, E.S.; YADAVA, K.; SICHELSTIEL, A.K.; SPRENGER, N.; NGOM-BRU, C.; BLANCHARD, C.; JUNT, T.; NICOD, L.P.; MARSLAND, B.J. Gut microbiota metabolism of dietary fiber influences allergic airway disease and hematopoiesis. **Nature Medicine**, v.20, n.2, p.159-166, 2014.

WANG, N.; HATCHER, D.W.; TYLER, R.T.; TOEWS, R.; GAWALKO, E.J. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). **Food Research International**, v.43, n.2, p.589-594, 2010.

XU, B.J.; CHANG, S.K.C. Reduction of antiproliferative capacities, cell-based antioxidant capacities and phytochemical contents of common beans and soybeans upon thermal processing. **Food Chemistry**, v.129, n.3, p.974-981, 2011.