

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**QUALIDADE TECNOLÓGICA DO FEIJÃO BRS ESTILO  
APÓS A SECAGEM E DURANTE O ARMAZENAMENTO**

**EBERT FERREIRA SILVESTRE**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2018**

# **QUALIDADE TECNOLÓGICA DO FEIJÃO BRS ESTILO APÓS A SECAGEM E DURANTE O ARMAZENAMENTO**

**EBERT FERREIRA SILVESTRE**

Orientador: PROF. Dr. VALDINEY CAMBUY SIQUEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Grande Dourados, como  
parte das exigências para conclusão do curso de  
Engenharia Agrícola.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2018

## QUALIDADE TECNOLÓGICA DO FEIJÃO BRS ESTILO APÓS A SECAGEM E DURANTE O ARMAZENAMENTO

Por

Ebert Ferreira Silvestre

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÍCOLA

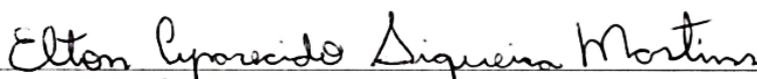
Aprovado em: 26 de novembro de 2018.



Prof. Dr. Valdiney Cambuy Siqueira  
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dra. Vanderleia Schoeninger  
Membro da Banca – UFGD/FCA



Prof. Me. Elton Aparecido Siqueira Martins  
Membro da Banca – UFGD/FCA

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

S587q Silvestre, Ebert Ferreira

Qualidade tecnológica do feijão BRS Estilo após a secagem e durante o armazenamento. / Ebert Ferreira Silvestre -- Dourados: UFGD, 2018.

25f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Valdiney Cambuy Siqueira

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal da Grande Dourados

Inclui bibliografia

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar o dom da vida.

A Nossa Senhora, em me guiar e iluminar meus caminhos.

Aos meus Pais, que sempre se esforçaram ao máximo em garantir meu futuro apoiando meus estudos e mostrando o caminho correto a ser trilhado e a minha irmã por sempre estar do meu lado dando apoio e ensinamento.

A Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e a Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), por disponibilizar a possibilidade no desenvolvimento deste trabalho.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) campus Cascavel-PR, por disponibilizar o Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas.

Ao meu orientador professor Dr. Valdiney Cambuy Siqueira que além da orientação, confiança e ensinamento, meu ajudou com conselhos assim nos tornamos grandes amigos.

A todos os professores do curso de Engenharia Agrícola da UFGD, por repassar seus conhecimentos durante toda a graduação.

A toda equipe de pesquisa do Laboratório de Processos Pós-Colheita da UFGD, pela ajuda e dedicação na elaboração desse trabalho.

A todos os meus amigos, que sempre estiveram do meu lado nos momentos felizes e principalmente nos momentos tristes.

A todos amigos do Grupo Dom Bosco da Paróquia Divino Espírito Santo, que me ajudaram a crescer, deram conselhos para nunca desistir dos meus sonhos e sempre ter fé.

A toda minha família, por sempre me dar forças e incentivos ao longo da minha graduação.

A professora Dra. Vanderleia Schoeninger e o professor Me. Elton Aparecido Siqueira Martins pela avaliação desse trabalho, com correções e melhorias do mesmo.

A todos que de alguma maneira me ajudaram diretamente ou indiretamente, meus mais sinceros agradecimentos.

Obrigado!

## SUMÁRIO

	<i><b>PÁGINA</b></i>
LISTA DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. A Cultura do Feijão.....	4
2.2. Qualidade Tecnológica .....	5
2.3. Secagem e armazenagem do feijão .....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Análises.....	10
3.2. Análise Estatística.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
5. CONCLUSÃO.....	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20

**LISTA DE FIGURAS**

	PÁGINA
FIGURA 1. Secador experimental de camada fixa utilizado para secagem dos grãos de Feijão BRS Estilo (GONELI et al., 2016). .....	9
FIGURA 2. Temperatura e umidade relativa média diária durante o tempo de armazenamento dos grãos de feijão BRS Estilo. ....	13
FIGURA 3. Tempo médio de cozimento (TMC) do feijão BRS Estilo em função da temperatura de secagem (TS) e do tempo de armazenamento (TA). ....	15
FIGURA 4. Porcentagem de Embebição Antes do Cozimento (A) e Porcentagem de Embebição Durante o Cozimento (B) do feijão BRS Estilo em função da Temperatura de Secagem (TS) e do Tempo de Armazenamento (TA).. ....	16
FIGURA 5. Porcentagem de Grãos Inteiros Após o Cozimento (PGIAC) do feijão BRS Estilo em função da Temperatura de Secagem (TS) e do Tempo de Armazenamento (TA). .....	17

**LISTA DE TABELAS**

	PÁGINA
TABELA 1. Análise de variância para as variáveis tempo médio de cozimento (TMC), porcentagem de embebição antes do cozimento (PEAC), porcentagem de embebição durante o cozimento (PEDC) e porcentagem de grãos inteiros após o cozimento (PGIAC) em função de diferente. ....	14
TABELA 2. Matriz de correlação para as variáveis Tempo Médio de Cozimento (TMC), Porcentagem de Embebição antes do Cozimento (PEAC), Porcentagem de Embebição durante o Cozimento (PEDC) e Porcentagem de Grãos Inteiros após o Cozimento (PGIAC) em função de diferente.....	18

SILVESTRE, Ebert Ferreira. **Qualidade tecnológica do feijão BRS Estilo após a secagem e durante o armazenamento**. 2018. 25p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

## RESUMO

A qualidade do feijão para o consumo, além das condições de cultivo e característica genética, pode ser influenciada pelos processos de pós-colheita. A secagem artificial assim como o armazenamento, permitem aumentar a disponibilidade do produto ao longo prazo, e a sua qualidade sofre influência de acordo com a temperatura do ar de secagem e o período de armazenamento, sendo essencial conhecimento pleno durante essas duas etapas. Diante do exposto contexto que se realizou o presente trabalho, com objetivo de avaliar o efeito de diferentes temperaturas do ar de secagem (40, 50, 60 e 70 °C), ao longo do período de armazenamento (0, 45 e 90 dias), sobre a qualidade tecnológica do grão de feijão BRS Estilo para o consumo. Foram avaliadas as seguintes variáveis: tempo médio de cozimento, porcentagem de embebição antes e durante o cozimento e porcentagem de grãos inteiros após o cozimento. Os resultados permitem concluir que o aumento da temperatura de secagem assim como o tempo de armazenamento, ocorreu efeito negativo nos parâmetros de qualidade, com maior enfoque para a temperatura do ar de secagem, que proporciona danos mais expressivos.

**Palavras-chave:** tempo médio de cozimento; porcentagem de embebição; porcentagem de grãos inteiros; temperatura.

SILVESTRE, Ebert Ferreira. **Technological quality of the BRS Style beans after drying and during storage**. 2018. 25p. Monography (Undergraduate in Agricultural Engineering) – Federal University of Grande Dourados, Dourados – MS.

### **ABSTRACT**

The quality of the beans for consumption, besides the conditions of cultivation and genetic characteristic, can be influenced by the post-harvest processes. Artificial drying as well as storage allows for increased product availability over the long term, and its quality is influenced according to the drying air temperature and storage period, and full knowledge is essential during these two steps. In order to evaluate the effect of different drying air temperatures (40, 50, 60 and 70 °C), during the storage period (0, 45 and 90 days) on the technological quality of the bean BRS Style for consumption. The following variables were evaluated: average cooking time, percentage of imbibition before and during cooking and percentage of whole grains after cooking. The results allow to conclude that the increase of the drying temperature as well as the storage time had a negative effect on the quality parameters, with a greater focus on the temperature of the drying air, which provides more significant damage.

**Key-words:** average cooking time; percentage of imbibition; percentage of whole grains; temperature.

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão é uma leguminosa cultivada e consumida em vários países em volta do mundo e constitui uma excelente fonte de proteínas, além de minerais e fibras. Seu consumo se dá principalmente, em países da América do Sul e Central, África e Ásia.

No Brasil o feijão da espécie *Phaseolus vulgaris* L., também conhecido como comum é cultivado em quase todo território nacional podendo chegar até três safras dependendo das condições climáticas predominantes, designadas por safras das águas, seca e de inverno (HEINEMANN et al., 2009). As cultivares pertencentes às classes carioca e preto, são as que mais se destacam entre os feijões mais consumidos pela população brasileira dentro da espécie *P. vulgaris* L (ARF et al., 2015).

A cultivar BRS Estilo, teve sua origem em 1991 pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical, e a partir de 1994, por meio do programa de melhoramento genético do feijoeiro comum da Embrapa Arroz e Feijão, os grãos foram selecionados, objetivando cultivares de alto potencial produtivo, mais resistentes a doenças e mais adaptado a colheita mecanizada, vindo a ser registrado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento apenas em 2009 (MELO et al., 2010).

Esta cultivar apresenta arquitetura ereta, com resistência ao acamamento e apresenta ciclo de 85 a 90 dias, da emergência a maturação fisiológica (CARGNIN et al., 2010) e bons índices de produtividade (VIEIRA JÚNIOR et al., 2009).

Em estudo desenvolvido pela EMBRAPA (2014), avaliou-se o desempenho da cultura nas cinco regiões brasileiras durante as safras das águas e da seca em três anos sucessivos, e foi constatado rendimento desta variedade na ordem de 22% a 28% superior em relação às demais cultivares do mercado. Com produtividade média de 1993 kg.ha<sup>-1</sup>, a cultivar BRS Estilo se torna muito interessante para os agricultores por ter maior desempenho e proporciona maior lucro.

Parte dos produtos agrícolas são colhidos com teor de água acima daquele recomendado para o armazenamento seguro. Assim, devem passar pelo processo de secagem, tendo em vista a retirada do excesso de água. A principal função da secagem de produtos agrícolas com ênfase para os grãos é retirada parcial de água, permitindo segurança na armazenagem, preservação da qualidade adquirida durante o cultivo, antecipar a colheita desde que o grão tenha atingido a maturação fisiológica para não ficar dependente das condições

climáticas, conservação de toda a estrutura e matéria seca, além de dificultar o ambiente para a proliferação de fungos (ANDRADE et al., 2006).

Dentre as etapas de processamento de produtos agrícolas a secagem artificial de grãos, constitui-se no método mais usado para a conservação dos mesmos, principalmente pelas dificuldades ou maiores riscos de perdas decorrentes de secagem do grão ainda na planta mãe, pela incidência de pragas e doenças assim como eventos climáticos adversos. Por outro lado, a conservação dos produtos armazenados é dependente também dos aspectos de produção e da colheita, das condições de armazenagem e estocagem adequada do produto, como forma de preservar os aspectos de qualidade, sanidade e valor nutritivo (ELIAS et al., 2017).

Para que se tenha uma secagem eficiente visando a boa conservação do grão, deve-se atentar principalmente às condições de temperatura do ar de secagem, está por sua vez, juntamente com o fluxo de ar e a umidade relativa podem promover altas taxas de remoção de água do grão, e afetar negativamente a qualidade e estabilidade do produto (ALMEIDA et al., 2009).

Após a colheita, beneficiamento e secagem, os grãos são armazenados. O armazenamento, por sua vez, constitui uma alternativa segura de garantir a disponibilidade de produtos agrícolas por um período prolongado, desde que o procedimento seja realizado de forma adequada, garantindo que não haja uma redução significativa em termos de qualidade. Desta forma, o armazenamento adequado assim como o conhecimento por parte dos usuários, convertem-se em maior ganho para o produtor assim como para o consumidor.

Alguns fatores durante o armazenamento são essenciais para a manutenção da qualidade dos grãos. Dentre estes, pode-se destacar a qualidade inicial do produto, a estrutura utilizada para sua conservação e fatores externos, como a temperatura e a umidade relativa. Estes por sua vez, podem comprometer seriamente a qualidade dos grãos.

Temperaturas altas durante o armazenamento, podem propiciar perdas devido ao aumento da atividade metabólica (MUIR e WHITE, 2000), desnaturação da proteína (YOUSIF et al. 2003), aumento da dureza (MORI, 2001) e maior tempo de cocção (SGARBIERI, 1987), além da perda de massa decorrente do processo respiratório. Já a umidade relativa, pode ocasionar incidência de fungos (DAMODARAN et al., 2010), acelerar a deterioração, escurecimento do tegumento (BRACKMANN et al., 2002) e diminuição tempo de conservação.

Sob ponto de vista de consumo, dentre os parâmetros considerados importantes, pode-se destacar: tempo de cozimento, quantidade de sólidos solúveis no caldo, cor do tegumento e do caldo. Durante o armazenamento, o tegumento tende a perder a sua permeabilidade, elevando assim o tempo de cozimento além da consistência do caldo e alteração do sabor e cor

(BRAGANTINI, 2005). Além do longo período de armazenamento interferir na qualidade culinária do feijão, o consumidor prefere um grão colhido mais recente por apresentar um menor tempo de cocção e escurecimento do tegumento (SARTORI, 1996).

Por outro lado, para o consumidor, a dureza constitui sem dúvida maior preocupação, e está também relacionada ao aumento do tempo de cozimento, alteração do sabor e escurecimento do tegumento. Esta situação está intimamente ligada as condições de armazenamento, no entanto, condições de esfriamento da massa de ar dos grãos durante o armazenamento, são consideradas como benéficas devido ao seu efeito na redução da atividade da água e taxa respiratória dos grãos, culminando com a redução da atividade enzimática (responsável pelo fenômeno de dureza do grão), proliferação de insetos-praga, microflora no ambiente de armazenamento independentemente das condições ambientais adjacentes (ZAMBIASI, 2015).

Diante do exposto objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito de diferentes temperaturas do ar de secagem ao longo do período do armazenamento sobre a qualidade tecnológica do feijão cultivar BRS Estilo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A Cultura do Feijão

A demanda de alimentos é proporcional com o aumento da população, assim a necessidade por alimentos típicos da culinária local cresce. No caso do Brasil os alimentos base da população são o arroz e o feijão. O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sendo a principal fonte de proteína vegetal na dieta tradicional brasileira, faz com que o país aumente a produção do mesmo, tornando destaque como maior consumidor mundial do grão (CONAB, 2010) e com uma estimativa de produção nacional de 3,4 milhões de toneladas para o ano de 2018 (IBGE, 2018).

Além da importância na dieta de grande parte dos brasileiros, o feijão possui grande importância econômico-social, e isso fez com que, essa espécie ganhasse um novo status, deixando de ser uma cultura de subsistência para se transformar em uma atividade de alta tecnologia (VIEIRA et al., 2005).

Considerando as duas últimas décadas, percebe-se uma tendência de aumento no consumo aparente per capita do feijão-comum, superando 17 kg ano<sup>-1</sup>, e boa parte da produção é destinada ao autoconsumo das famílias, especialmente nas regiões onde predominam áreas de cultivo menores. Por outro lado, mesmo os pequenos produtores de feijão-comum destinam parte de sua produção ao mercado. Os preços recebidos pelos produtores, apesar das oscilações, têm sido compensadores aos produtores, estimulando os mesmos a se manterem na atividade (SILVA e WANDER, 2013).

O feijão comum é cultivado em várias propriedades, desde agricultura familiar com baixo uso de insumos e incremento de tecnologia até grandes produtores com alto grau de tecnificação (SILVA, 2009). Além da produtividade de grãos, outras características são importantes comercialmente, como a massa de 1000 sementes, a porcentagem de grãos com tamanho comercial, o tempo de cocção dos grãos (CARBONELL et al., 2003; BERTOLDO et al., 2009) e outras propriedade relacionadas à qualidade nutricional, como o teor de proteína (BURATTO et al., 2009) que tem ganhado destaque tanto a nível comercial, como de pesquisa.

A maioria dos consumidores, buscam além do custo favorável, boa qualidade culinária e nutricional. Em que a qualidade é resultante das características tecnológicas que incluem atributos físicos, tais como: tamanho do grão, forma, cor, aparência, estabilidade nas condições

de armazenamento e as propriedades relacionadas ao tempo de cocção, textura e sabor, além do seu valor nutricional (REYES-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993).

## 2.2. Qualidade Tecnológica

Quando o consumidor procura comprar um feijão, ele busca grãos com excelentes aspectos, e bom rendimento no momento do preparo. Essas características estão relacionadas ao tempo de cocção, cor, boa porcentagem de embebição, grãos inteiros, maciez do tegumento e porcentagens razoáveis de sólidos solúveis. A junção de todas elas, compõem o que é conhecido como qualidade tecnológica.

Testes de qualidade tecnológica passaram a ser exigidos no momento de registro de uma nova cultivar a partir de 1999 de acordo com a Portaria 294 de 14/10/98 junto ao Registro Nacional de Cultivares (RNC), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Atualmente, os principais parâmetros exigidos pelo MAPA são tempo de cozimento e teor de proteína.

O teste através do cozedor de Mattson é um dos mais utilizado na determinação do tempo médio de cocção. Quando o grão tem um maior tempo de cocção, o mesmo tende a ter uma coloração mais escura, um maior grau de dureza do tegumento (RIOS et al., 2002), além de menor taxa de hidratação (CORTE et al., 2003).

Quando um grão tem um menor tempo de cocção é importante para o consumidor, pois se torna mais vantajoso por conta da disponibilidade de tempo no preparo das refeições. Além do benefício econômico com a diminuição do tempo de preparo, a estrutura da membrana sofre menos exposição, evitando que ocorra perdas de nutrientes para a água de maceração (WASSIMI et al., 1988).

Com relação a aparência, a mesma sofre influência de acordo com a cultivar, tratos culturais e processamentos de pós-colheita. As verdadeiras causas da alteração na cor do tegumento na pós-colheita não são exatas, mas são aceleradas pela exposição à luz, altas temperaturas, umidade e ao tempo de armazenamento (MARTÍN-CABREJAS et al., 1997).

Os grãos de coloração mais clara acabam sendo a preferência para o consumidor, por assumir um caráter de feijão mais novo e de fácil cozimento. Quando se tem um grão mais escuro além de maior tempo de cocção e baixa aceitação no mercado, podem ter valores menores de biodisponibilidade de proteínas e minerais, por conta da presença de compostos fenólicos (LOPES, 2011).

Além da aparência, a característica de embebição antes, durante e depois do cozimento também são aspectos importantes para o consumidor. Com isto a capacidade que os grãos de feijão têm em absorver água auxilia no menor tempo de cocção (PERINA, 2008). Então o ato de deixar o feijão na noite anterior do preparo em imersão na água, pode ser uma boa alternativa para feijões com qualidade tecnológica inferior.

Há duas maneiras de hidratação de acordo com (ARAÚJO et al., 2014; DOMENE et al., 2011), em temperatura ambiente que é mais utilizado e em água quente, este denominado de remolho forçado. A hidratação provoca perda de algumas vitaminas e minerais, mas a qualidade proteica não sofre alteração (OLIVEIRA et al., 2001; ARAÚJO et al., 2014). Através da hidratação, os grãos ficam mais propícios a se “desintegrarem” durante o cozimento. Isto pode ser visto como ponto negativo, quando o intuito é um caldo mais viscoso, ou positivo, quanto se busca um caldo com presença maior de sólidos solúveis. Quando o grão fica um tempo antes do cozimento absorvendo água, como a maioria das donas de casa fazem uma noite antes do preparo, esse processo de imersão do grão na água auxilia na diminuição do tempo de cocção e dureza.

O tempo de máxima embebição é variável de acordo com genótipo, variando de 8 horas e 10 minutos (RIBEIRO et al., 2003) até 11 horas e 6 minutos (RAMOS JÚNIOR e LEMOS, 2002). Isto equivale ao tempo deixado pelas donas de casa na noite anterior ao preparo.

### **2.3. Secagem e armazenagem do feijão**

Na cadeia de produção e processamento do feijão, as etapas de secagem e armazenagem, são extremamente importantes, pois além de fazerem parte dos custos de processamento, estão intimamente ligadas à qualidade final do produto.

Um dos principais fatores que tornam a secagem uma das principais etapas no processamento de produtos agrícolas, são: antecipar a colheita, minimizar a perda de produtos no campo, disponibilizar área para novos cultivos, prolongamento do armazenagem e minimizar o desenvolvimento de insetos e micro-organismos (MILMAN, 2002).

O processo de secagem é visto como um dos gargalos da pós-colheita, seja pelo tempo gasto para execução, ou pelo custo de operação. Este processo, nada mais é, que a transferência simultânea de calor e massa, onde o produto aquecido transfere massa d'água na forma de vapor para o ar, e em troca recebe energia, na forma de calor (MILMAN, 2002). Essa transferência é altamente dependente da temperatura do ar de secagem. Quanto maior a temperatura, maior a

diferença parcial da pressão de vapor d'água entre o produto e o ar, e conseqüentemente, mais rápida se dá a saída de água (SIQUEIRA et al., 2012).

Resende et al. (2012) estudaram o efeito de diferentes temperaturas do ar de secagem e verificaram que a maior taxa de remoção de água se dá em maiores temperaturas, aliado a isso, essas altas taxas de secagem proporcionaram maiores danos causados nas membranas celulares e a perda de qualidade. Os mesmos autores verificaram que, grãos com maiores teores de água no início da secagem, sofrem maiores danos na parede celular.

Almeida et al. (2013) e Morais et al. (2013) trabalhando com secagem de feijão, verificaram que, temperaturas mais altas proporcionam menores tempo de secagem, essa variação ocorre de forma decrescente devido à dificuldade da movimentação da água do interior do grão para a periferia.

Embora o Brasil seja líder em produção mundial de feijão, pouco estudo se tem relacionado a secagem do mesmo (FAOSTAT, 2017). A maioria dos estudos desenvolvidos, são relacionados ao armazenamento do grão e suas influências na qualidade final, como a temperatura e a umidade relativa (SANTOS et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2011; BRAGANTINI, 2005).

Após a secagem, os grãos são armazenados, de forma que se mantenha sua qualidade e que fiquem disponíveis para abastecer o mercado consumidor ao longo do ano. O grão armazenado com teor de água superior ao recomendado é uma das principais causas da perda das características tecnológicas (RIOS et al., 2003). Assim, o sucesso do armazenamento é altamente dependente de uma secagem adequada.

O armazenamento influencia o endurecimento do tegumento e dos cotilédones do feijão (BRACKMANN et al., 2002). Quanto maior a temperatura de armazenamento, mais dificuldade os grãos têm em absorver água, e conseqüentemente maior é o tempo de cocção (ROZO et al., 1990; SARTORI, 1996; KIGEL, 1999). Sendo o tempo de cocção um fenômeno irreversível (SGARBIERI, 1987). Este endurecimento das estruturas do feijão está relacionado a mecanismos múltiplos, gelatinização do amido e desnaturação da proteína (LIU, 1995; SHIGA et al., 2004).

No trabalho desenvolvido por Sartori (1982), verificou que, em condições de altas temperaturas e teor de água no armazenamento causa o fenômeno de *Hardshell* e *Hard to Cook* que se refere respectivamente a grãos com dificuldades de absorção de água e difícil cozimento.

Mota (2016) observou que, quanto maior o tempo de armazenamento e temperaturas elevadas utilizadas na secagem e armazenamento, aumentam o tempo de cocção. O mesmo

autor também constatou que os fatores avaliados (teor de água, tempo de cocção, germinação, condutividade elétrica e absorção de água) diminuíram ao longo do tempo de armazenamento.

A secagem e o armazenamento de grãos feitos corretamente, ajudam na conservação e diminuição da perda de qualidade. No entanto, o sucesso da atividade não está tão somente ligada à etapa de pós-colheita, mas também a fatores genéticos do grão, às condições ambientais, de manejo e de colheita (COELHO, 1998).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar BRS Estilo, foram colhidas manualmente na fazenda localizada no município de Indápolis, região da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, latitude 22°13'39,24'' sul e longitude 54°19'01,41'' oeste, a 306 metros de altitude, a época de semeadura e colheita foram referentes a safra da seca (2° safra). Após a colheita procedeu-se a trilhagem e seleção manual, visando retirar todo material estranho e grãos malformados.

Logo após, as sementes foram homogeneizadas e dispostas em embalagens de polipropileno e colocadas em câmara do tipo B.O.D a 3°C no período de 72 horas, com intuito de equilibrar o teor de água. Subsequentemente, as sementes foram colocadas em temperatura ambiente por 24 horas, visando o equilíbrio térmico.

Posteriormente, com teor de água inicial de  $20\% \pm 0,5\%$  (b.u.), os grãos foram submetidos ao processo de secagem em um secador experimental de camada fixa (FIGURA 1) com fluxo e temperatura do ar de secagem controlados. O controle de temperatura foi realizado por meio de um controlador universal de processos, trabalhando com controle Proporcional-Integral-Derivativo (PID), e o fluxo de ar foi selecionado através de um inversor de frequência ligado ao motor do ventilador, e com o auxílio de um anemômetro de pás rotativas, com velocidade do ar de secagem de  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ .

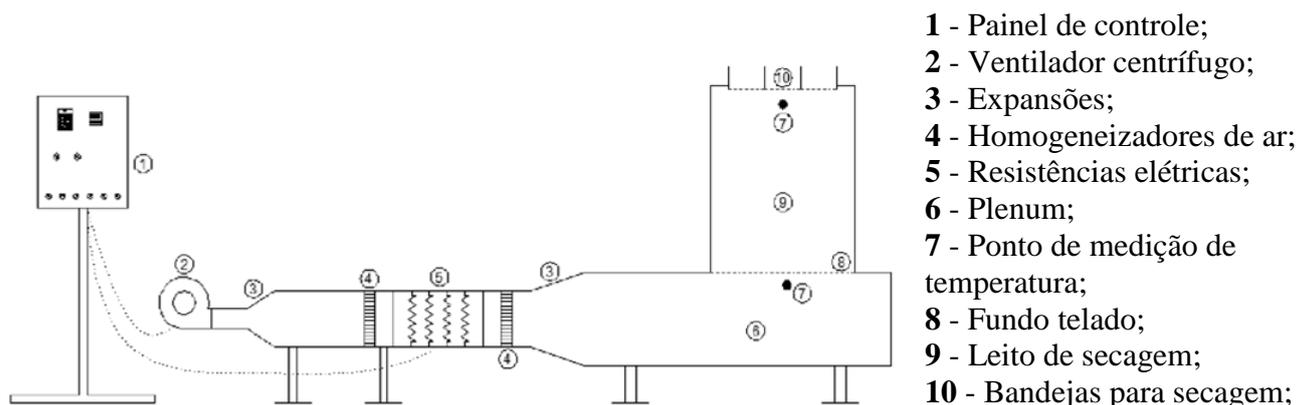


FIGURA 1. Secador experimental de camada fixa utilizado para secagem dos grãos de Feijão BRS Estilo (GONELI et al., 2016).

O experimento foi desenvolvido seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 4x3, com quatro repetições, quatro temperaturas do ar de secagem (40, 50, 60 e 70°C), três períodos de armazenamento (0, 45 e 90 dias), num total de 48 unidades amostrais.

Ao longo da secagem os grãos foram revolvidos frequentemente de forma a modificar a frente de secagem, até que o grão atingisse o teor de água de  $11 \pm 0,3\%$  (b.u.), o controle de perda de água foi acompanhado por meio do método gravimétrico, utilizando-se três repetições de grãos com massa previamente conhecida, colocadas em sacos de material perfurado, do tipo tule, distribuídas aleatoriamente na camada de grãos, as quais eram aferidas em balança semianalítica de resolução de 0,001g.

Os teores de água inicial e final das amostras foram determinados utilizando o método de estufa (BRASIL, 2009), utilizando estufa de ventilação forçada a  $105 \pm 1^\circ\text{C}$ , durante 24 horas, em três repetições por tratamento. Posteriormente o processo de secagem, procedeu-se ao armazenamento por um período de 90 dias com três períodos de avaliação (0, 45 e 90 dias).

O armazenamento foi realizado no laboratório de propriedades físicas da UFGD. Os grãos foram colocados em envelopes de papel kraft, revestidos por sacos plásticos (33 micras de espessura) e submetidos à temperatura ambiente do laboratório.

Com auxílio do datalogger, modelo LogBox-DA, da marca NOVUS, foi determinada a temperatura e umidade relativa do ambiente. Obteve-se as médias de temperaturas de 22,5; 23,7; 23,9°C, e para umidade relativa de 63,5; 56,3; 61,6%, para todos os tempos de armazenamento.

### **3.1. Análises**

O tempo médio de cozimento foi determinado pelo método de Mattson no 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. Em seguida foram escolhidos 25 grãos aleatoriamente e colocados no cozedor de Mattson 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 1000 mL de água destilada até a fervura, num recipiente de alumínio com capacidade para 3000 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, até atingir 52% dos grãos perfurados.

A porcentagem de embebição em água antes do cozimento (PEAC) foi determinada aplicando-se a metodologia de Sartori (1982), utilizando 30 g de grãos uniformes e inteiros, obtendo-se, deste modo, a massa seca de grãos antes da embebição. 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, depois pesados para se obter a massa dos grãos úmidos, deduzindo-se depois pela Equação 1, proposta por Garcia-Vela e Stanley (1989).

$$PEAC = [ (MFPH - MIAH) / MIAH ] \times 100 \quad (1)$$

em que,

PEAC: porcentagem de embebição em água antes do cozimento (%);

MIAH: massa inicial da amostra antes da hidratação (g);

MFPH: massa final da amostra após hidratação (g);

Calculando-se em seguida a porcentagem de embebição durante o cozimento (PEDC), foram utilizados os grãos provenientes do teste de PEAC. Os grãos foram alocados em béquer com capacidade para 500 mL, em seguida adicionados 100 mL de água destilada, aquecidos por uma 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 fique submerso.

Depois de uma hora, os grãos foram drenados e pesados, obtendo-se a massa úmida dos grãos após o cozimento, e determinados pela Equação 2, proposta por Garcia-Vela e Stanley (1989) e Carbonell et al. (2003).

$$PEDC = [ (MFPC - MIAC) / MIAC ] \times 100 \quad (2)$$

em que,

PEDC: porcentagem de embebição durante o cozimento (%);

MIAC: massa inicial da amostra hidratados antes do cozimento (g);

MFPC: massa final da amostra após cozimento (g);

A porcentagem de grãos inteiros depois do cozimento (PGIAC) foi obtida das amostras provenientes da PEDC. Os grãos após o cozimento foram pesados em sua totalidade (TG) e separados em duas porções: sendo considerados inteiros (GI), com o cotilédone em sua totalidade, e partidos (GP) se o cotilédone exposto e desgastado, e calculado de acordo com a Equação 3.

$$\text{PGIAC} = [ (\text{TG} - \text{GP}) / \text{TG} ] \times 100 \quad (3)$$

### **3.2. Análise Estatística**

Os dados foram analisados usando os pacotes estatísticos Sisvar 5.6 e SigmaPlot 11.0 através dos testes de análise de variância (anova), seguidas pela construção e análise dos modelos de regressão de acordo com a significância da anova.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios diários em ambiente de laboratório das variações de temperatura e de umidade relativa ao longo do experimento, estão apresentados na Figura 2. Em relação a temperatura de armazenamento no laboratório, apresentou uma média de 23,1°C e para a umidade relativa foi de 61,2%.

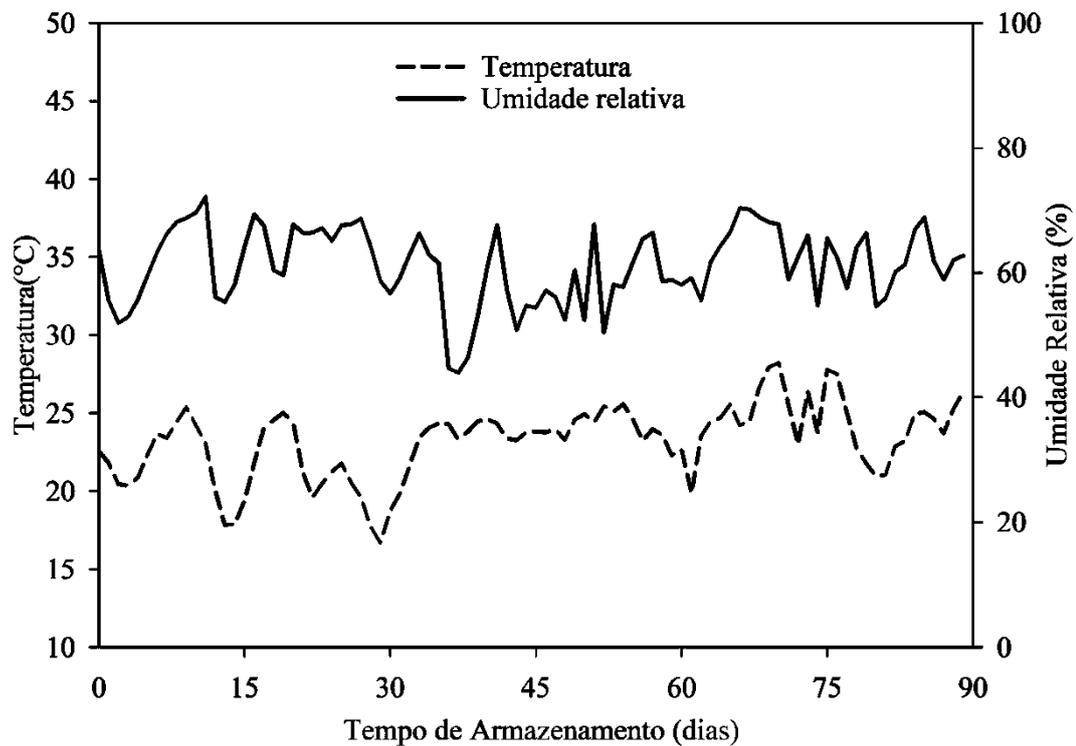


FIGURA 2. Temperatura e umidade relativa média diária durante o tempo de armazenamento dos grãos de feijão BRS Estilo.

Com base no teste de análise de variância (anova), a interação entre a temperatura do ar de secagem e o tempo de armazenamento mostrou-se significativa para todas variáveis analisadas a 1 % de probabilidade pelo teste F (Tabela 1).

TABELA 1. Análise de variância para as variáveis tempo médio de cozimento (TMC), porcentagem de embebição antes do cozimento (PEAC), porcentagem de embebição durante o cozimento (PEDC) e porcentagem de grãos inteiros após o cozimento (PGIAC) em função de diferente.

Fontes de variação/ Variáveis		Temperatura de Secagem (TS)	Tempo de Armazenamento (TA)	Interação TS * TA	CV (%)
TMC	QM	0,5485	21,5952	1,5952	5,20
	F	1,16 <sup>ns</sup>	45,63**	3,41*	
PEAC	QM	42,2689	6,07	0,97	0,45
	F	209,31**	30,05**	4,79**	
PEDC	QM	54,29	86,88	5,34	0,50
	F	115,49**	184,81**	11,36**	
PGIAC	QM	274,87	3581,98	5,54	3,35
	F	234,52**	3056,15**	4,72**	

QM – Quadrado médio; F – Valor calculado pelo teste de Fisher; \*\* Efeito significativo a 1%, \* Efeito significativo a 5% e ns efeito não significativo pelo teste F.

O efeito conjunto dos fatores temperatura do ar de secagem e tempo de armazenamento é igualmente defendida por Almeida et al. (2013), onde, em seu estudo sobre o efeito da secagem no feijão Adzuki, observou que, temperaturas de 65 e 75 °C ocasionaram maior índice de dano a semente, possivelmente devido aos danos verificados ao nível da membrana.

Para além disso, concretizando a este fato, Romano (2006), também constatou o aumento do tempo de cozimento do feijão seco a temperatura de 60 °C do ar de secagem em seu estudo, como reflexo do aumento significativo da dureza dos grãos de feijão, fenômeno de endurecimento para o grão, também refletido no presente estudo quer para temperatura de secagem assim como tempo de armazenamento (Figura 3).

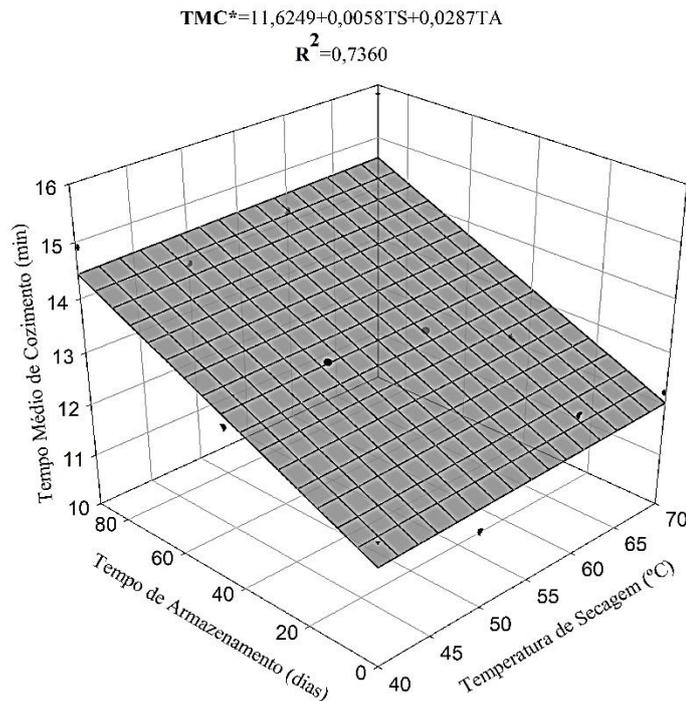


FIGURA 3. Tempo médio de cozimento (TMC) do feijão BRS Estilo em função da temperatura de secagem (TS) e do tempo de armazenamento (TA). \* Modelo de regressão significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com a função do gráfico acima, e com relação de um determinado valor de TA e TS, resulta em um valor aproximado para o TMC. Como o coeficiente que acompanha a variável TS é relativamente baixo, demonstra que o mesmo tem mínima interferência no TMC. Com um valor fixo de 40 dias (TA) no intervalo de 40 a 70 °C (TS) a variação no TMC é de 17.4s. Analisando de forma análoga, no intervalo de 0 a 90 dias (TA) o TMC tem diferença de 2,58 min. Assim, o tempo de armazenamento tem maior influência na qualidade de cocção do feijão BRS Estilo.

Segundo Bragantini (2005), o feijão armazenado tende a cozinhar mais lentamente, resultando em maior consumo de tempo e energia. O tegumento do feijão perde a sua permeabilidade durante o armazenamento, contribuindo para o aumento do tempo de cozimento, o que indica o endurecimento dos grãos, mostra-se que desenvolveu o efeito de *hard-to-cook*. Esta característica tem influência em sua aceitação comercial, tendo várias causas, como reações químicas, enzimáticas ou não manifestadas através da coloração escura do tegumento, e conseqüentemente maior nível de rejeição por parte do consumidor.

Observando a Figura 4 A e B, a porcentagem de embebição antes e durante o cozimento foi similar em termos de comportamento para a temperatura do ar de secagem e o tempo de armazenamento, sendo mais acentuado durante o cozimento. Esta situação reflete o

efeito da temperatura de secagem, cuja consequência imediata devido a maior velocidade de remoção de água e a degradação das membranas.

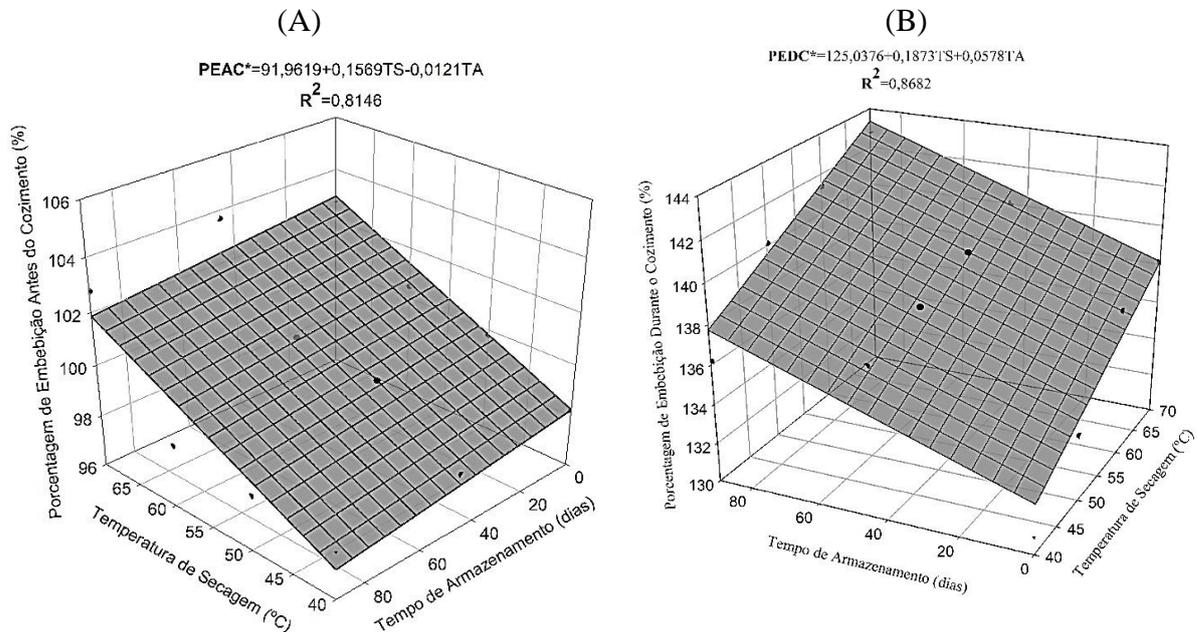


FIGURA 4. Porcentagem de Embebição Antes do Cozimento (A) e Porcentagem de Embebição Durante o Cozimento (B) do feijão BRS Estilo em função da Temperatura de Secagem (TS) e do Tempo de Armazenamento (TA). \*Modelo de regressão significativo a 1% de probabilidade pelo F.

Resultados semelhantes para porcentagem de embebição foram observados por Resende et al. (2012), que verificaram o aumento da temperatura do ar de secagem segue um comportamento linear com a porcentagem de embebição, em que a temperatura de 70 °C apresentou maior absorção de água mostrando maior grau de danos na membrana do grão.

A qualidade de PEDC é um fator primordial para o consumidor, pois resulta em um feijão mais saboroso e maior maciez durante o consumo. Com isso, a PEDC é um fator importantíssimo desde o consumidor comum, cozinhas industriais, refeitórios até as indústrias de enlatados, pois aumenta o rendimento durante e após o cozimento dos grãos (PERINA et al., 2010).

De acordo com a Figura 4 B e Figura 5, a PEDC teve um comportamento inversamente proporcional com a porcentagem de grãos inteiros após o cozimento (PGIAC), o mesmo resultado foi observado por João (2016).

Observando a Figura 5, os grãos inteiros foram influenciados de forma negativa pelo incremento da temperatura do ar de secagem assim como pelo período de armazenamento, com

maior taxa de decréscimo para o tempo de armazenamento. E a temperatura de secagem teve comportamento inverso para PEDC em relação a PGIAC, mas não igual o efeito do armazenamento, mostrando que o mesmo é mais importante que a temperatura do ar de secagem para qualidade do feijão.

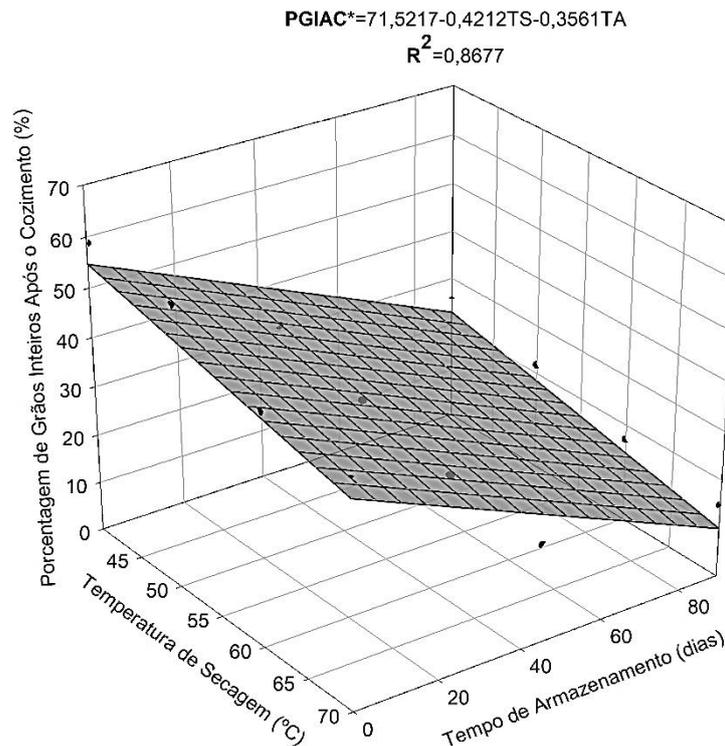


FIGURA 5. Porcentagem de Grãos Inteiros Após o Cozimento (PGIAC) do feijão BRS Estilo em função da Temperatura de Secagem (TS) e do Tempo de Armazenamento (TA).

\* Modelo de regressão significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Durante o processo de cocção quanto maior o tempo, os grãos são mais vulneráveis ao rompimento do tegumento. Contudo, isto não contribui para PGIAC na medida que não ocorre o rompimento cotilédone que influencia a PGIAC (OLIVEIRA, 2010).

Sem dúvidas a PGIAC está dentre as características importantes na industrialização, pois as cultivares com menor tempo de cocção e alta PGIAC são mais preferidas no setor industrial (PERINA et al., 2014).

A resposta do comportamento dos grãos inteiros após o cozimento foi fortemente influenciada pela porcentagem de embebição durante o cozimento (TABELA 2). Isto pode ser compreendido como reflexo da danificação das membranas, com o aumento da taxa de remoção de água.

TABELA 2. Matriz de correlação para as variáveis Tempo Médio de Cozimento (TMC), Porcentagem de Embebição antes do Cozimento (PEAC), Porcentagem de Embebição durante o Cozimento (PEDC) e Porcentagem de Grãos Inteiros após o Cozimento (PGIAC) em função de diferente.

	TMC	PEAC	PEDC	PGIAC
TMC	-	-0,137 <sup>ns</sup>	0,585*	-0,694*
PEAC	-	-	0,405 <sup>ns</sup>	-0,129 <sup>ns</sup>
PEDC	-	-	-	-0,867*
PGIAC	-	-	-	-

\* Correlação significativa a 5% e ns Correlação não significativo.

Na Tabela 2 é apresentada a matriz de correlação das variáveis de qualidade analisadas e observou-se correlação positiva e significativa entre TMC e PEDC. Portanto, quando aumentou os valores de PEDC também ocorreu aumento na resposta TMC.

A PEAC teve uma correlação negativa ao TMC, indicando quanto maior a porcentagem de absorção de água antes do cozimento, menor é o tempo de cocção. Resultados semelhantes foi observado por Rodrigues et al. (2005), ao estudar a correlação entre estas duas variáveis nas cultivares TPS Nobre e Pérola, que o tempo de cocção reduzia com o aumento da absorção de água.

Resultado positivo e significativo para PGIAC em relação as variáveis TMC e PEDC, pois maiores tempos de cozimento os grãos ficam mais propício a se desfazer, conseqüentemente maior facilidade de absorção de água no cozimento.

Em relação as variáveis a PEAC não mostrou resultado significativo para o PGIAC, este resultado indica que quanto mais o grão absorve água após o cozimento, a porcentagem de grãos inteiros depois do cozimento será absolutamente menor. Perina et al. (2014) ao estudar a relação entre a época de cultivo na qualidade tecnológica de grãos de feijão, resultou na correlação negativa semelhante entre a PEAC e PGIAC, em épocas diferentes de cultivo.

E para a PEAC em relação a PEDC teve correlação negativa em relação a  $p < 0,05$ . A esta resposta indique que após o grão absorve uma quantidade relativa de água antes do cozimento, o mesmo fica saturado e perdendo sua capacidade de embebição após o cozimento.

## 5. CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que:

De maneira geral, a qualidade tecnológica dos grãos de feijão da Cultivar BRS Estilo é reduzida com a elevação da temperatura do ar de secagem e o prolongamento do tempo de armazenamento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C.; DE FÁTIMA SALES, J. Cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*). **Global Science and Technology**, v.02, n.01, p.72 - 83, 2009.

ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; MENDES, U. C.; COSTA, L. M.; CORRÊA, P. C.; ROCHA, A. C. Influência da secagem na qualidade fisiológica do feijão adzuki. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.2, p.311-315, 2013.

ANDRADE, E. T.; CORRÊA, P. C.; TEIXEIRA, L. P.; ROBERTO GUIMARÃES PEREIRA, R. G.; CALOMENI, J. F. Cinética de secagem e qualidade de sementes de feijão. **Engvista**, v.8, n.2, p.83-95, 2006.

ARAÚJO, W. M. C.; MONTEBELLO, N. P.; BOTELHO, R. B. A. Alquimia dos alimentos. 3. ed. Brasília: SENAC, 2014.

ARF, O.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P.; FERRARI, S. **Aspectos Gerais da Cultura do Feijão**. Botucatu: Fepaf Editora. 2015. 433p.

BERTOLDO, J. G.; COIMBRA, J. L. M.; TAVARES, H. E.; HEMP, S.; VOGT, G. A.; ROCHA, F.; STAHELIN, D. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção do feijão preto. **Revista Ceres**, v.56, p.315-321, 2009.

BRACKMANN, A.; NEUWALD, D. A.; RIBEIRO, N. D.; MEDEIROS, E. A. A. Condição de armazenamento de feijão (*Phaseolus vulgaris*L.) do grupo carioca FTBonito . **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 16-20, 2002.

BRAGANTINI, C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão - Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28 p.

BURATTO, J. S.; MODA CIRINO, V.; SCHOLZ, M. B. S.; LANGAME, D. E. M.; FONSECA JUNIOR, N.S.; PRETÉ, C.E.C. Variabilidade genética e efeito do ambiente para o teor de proteína em grãos de feijão. **Acta Scientiarum**. Agronomy.v.31, n.4, p.593-597, 2009.

CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.369-379, 2003.

CARGNIN, A.; ALBRECHT, J. C. BRS Estilo: nova cultivar de feijoeiro comum do grupo comercial carioca para o Distrito Federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, **Comunicado Técnico**, 169. 2010. 3p. (Embrapa Cerrados).

COELHO, C. M. M. Caracterização genética de dois acessos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com ênfase na qualidade pós-colheita. 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. (2010). Conjuntura agropecuária do feijão. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/feijao/anos-anteriores/consumo-de-feijao-no-brasil-15.pdf>>.

CORTE, A. D.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M. B. S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding an Applied Biotechnology**, v. 3, n. 3, p. 193-203, 2003.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R.; Química de alimentos de fennema. 4. Ed. **Artmed**: Porto Alegre, 2010, 900p.

DOMENE, S. M. A. Técnica Dietética: Teoria e Aplicações. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

ELIAS, M. C.; De OLIVEIRA, M.; VANIER, N. L. Tecnologias de Pré-armazenamento, Armazenamento e Conservação de Grãos. Pelotas, 2017. 102p. Disponível em: <<http://labgraos.com.br/manager/uploads/arquivo/material---prova-1.pdf>> Acesso em 03 jan. 2018, 17:03.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2014). Cultivar da Embrapa aumenta rentabilidade da cultura do feijão. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2271098/cultivar-da-embrapa-aumenta-rentabilidade-da-cultura-do-feijao>>. Acesso em: 28 setembro 2018.

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017). Colheitas (Crops). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 20 dez. 2018

GARCIA-VELA, L. A.; STANLEY, D.W. Water-holding capacity in hard-to-cook bean (*P. vulgaris* L.): 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.; GEISENHOF, L. O.; GARCIA, R. T. Dimensionamento de um secador experimental para secagem de produtos agrícolas. **Revista Engenharia Agrícola**. v.36, n.5. 2016.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; DA SILVA, S. C. Feijão. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos Cultivos**: O fator meteorológico na produção agrícola. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Brasília – DF. 2009. Cap. 11. p. 185-201.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). Conjuntura agropecuária do feijão. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/19474-ibge-preve-safra-de-graos-6-8-menor-em-2018>>.

JOÃO, E. C. B. Qualidade tecnológica de grãos de feijão carioca armazenados. 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

KIGEL, J. Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. **Biotechnologie, Agronomie, Society et Environment**, v.3, n.4, p.205-209, 1999.

LEMOS, L. B.; OLIVEIRA, R. S.; PALOMINO, E. C.; SILVA, T. R. B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.4, p.319-326, 2004.

LIU, K. Cellular, biological, and physicochemical basis for the hard-to-cook defect in legume seeds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.35, n.4, p.263-298, 1995.

LOPES, R. L. T. Características tecnológicas de genótipos de feijoeiro em razão de épocas de cultivo e períodos de armazenamento. 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo, 2011.

MARTIN-CABREJAS, M. A.; ESTEBAN, R. M.; PEREZ, P.; MAINA, G.; WALDRON, K. W. Changes in physicochemical properties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) during long term storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 3223-3227, 1997.

MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; PEREIRA H. S.; FARIA L. C.; COSTA J.G.C.; DÍAZ J.L.C.; RAVA, C.A.; WENDLAND A.; ABREU A.F.B. BRS Estilo: common bean cultivar with Carioca grain, upright growth and high yield potential. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.10, n.1, p.377-379, 2010.

MILMAN, M. J. Equipamentos para pré-processamento de grãos. Pelotas: Universitária – UFPEL, 2002. 206 p

MORAIS, S. J. S.; FERREIRA, DEVILLA, I. A.; FERREIRA, D. A.; TEIXEIRA, I. R. Modelagem matemática das curvas de secagem e coeficiente de difusão de grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 455-463, 2013.

MORI, A. L. B. Solubilidade das proteínas de feijão comum envelhecido. Londrina, 2001, 78 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Londrina, 2001.

MOTA, D. H. Propriedades físicas durante a secagem e qualidade tecnológica em cultivares de feijão carioca em diferentes condições de armazenamento. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 163 f. **Dissertação de Mestrado**.

MUIR, W. E.; WHITE, N. D. G. Microorganisms in stored grain. In: MUIR, W. E. (ed.) **Manitoba: Grain Preservation Biosystems**, 2000. p.1-17.

OLIVEIRA, A. C.; QUEIROZ, K. S.; HELBING, E. O processamento doméstico do feijão comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos, taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência rafinose, estaquiose e verbascose. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 51, n. 3, p. 276-283, 2001.

OLIVEIRA, D. P. Qualidade tecnológica de grãos de feijão-comum em função de cultivares e condições de armazenamento. 2010. 96 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

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

PERINA E. F. Qualidade tecnológica de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) cultivados em diferentes ambientes. 2008. 150 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropicas e subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, 2008.

PERINA, E. F.; CARVALHO, C. R. L.; CHIORATO, A. F.; GONÇALVES, J. G. R.; CARBONELL, S. A. M. Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multivariada da “performance” genotípica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 398-406, mar./abr. 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, jan. 2014.

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

RAMOS JÚNIOR, E. U.; LEMOS, L. B. Comportamento de cultivares de feijão quanto a produtividade e qualidade dos grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: UFV, 2002. p. 222-224

RESENDE, O.; ALMEIDA, D. P.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C.; SALES, J. F. Adzuki beans (*Vigna angularis*) seed quality under several drying conditions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n.1, p. 151-155, 2012.

REYES-MORENO, C.; PAREDES-LOPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **Boca Raton**, v.33, n.3, p.227-286, 1993.

RIBEIRO, N. D.; SILVA, S. M.; GARCIA, D. C.; HOFFMANN JÚNIOR, L. Variabilidade genética para absorção de água em grãos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 9, n. ½, p. 77-83, 2003.

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 39-45, 2003.

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D. Efeito da época de colheita e do tempo de armazenamento no escurecimento do tegumento de feijão (*Phaseolus vulgaris*,L.). **Ciência e agrotecnologia**, v. 26, n. 3, p. 550-558, 2002.

RODRIGUES, J. A.; RIBEIRO, N.D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TRENTIN, M.; LONDERO, P.M.G. Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, v.64, n.3, p. 369-376, 2005.

RODRIGUES, J. A.; RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; GARCIA, D. C. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 209-214, jan/fev. 2005

ROMANO, C. M. Características físico-químicas e de cocção do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), cv. guapo brilhante decorrentes de secagem estacionária e de tempo de armazenamento convencional. 2006. 98 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, 2006.

ROZO, C.; BOURNE, M.C.; HOOD, L.F. Effect of storage time, relative humidity and temperature on the cookability of whole red kidney beans and on the cell wall components of the cotyledons. **Canadian Institute Food Science and Technology Journal**, v.23, n.1, p.72-75,1990.

SANTOS, C. M. R; MENEZES, N. L. de; VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.104-114, 2005

SARTORI, M. R. Technological quality of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) stored under nitrogen. 1982. Thesis (Ph.D.) Kansas State University, Manhattan, 1982.

SARTORI, M.R. Armazenamento. In: ARAÚJO, S.R. et al. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p.543-562.

SGARBIERI, V. C. Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas: Unicamp, 1987. 387 p.

SHIGA, T.M.; LAJOLO, F.M.; FILISETTI, T.M.C.C. Changes in the cell wall polysaccharides during storage and hardening of beans. **Food Chemistry**, v.84, p.53-64, 2004.

SILVA, O. F. da; WANDER, A. E. O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 287). Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 63 p.

SILVA, D. V. F; SANTOS, J. B. dos; ABREU, A. de F. B.; PARRELLA, R. A. da C. Seleção de linhagens de feijão rosinha de boa cocção, resistentes à antracnose e mancha angular. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 583-591, 2009.

SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H. Drying kinetics of jatropha seeds. **Revista Ceres**, v. 59, n.2, p.171-177, 2012.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M.A.P.; CARNEIRO, J.E.S. Melhoramento de Feijão. In BORÉM, A. Melhoramento de Plantas Cultivadas. 2.ed. Viçosa: UFV, p.301-391, 2005.

VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. de F.; ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; UTUMI, M.M.; SILVA, D. S. G. da.; MARCOLAN, A. L.; ANTUNES JÚNIOR, HILDEBRANDO.; DIOCLECIANO, J. M; REIS, N. D.; TEIXEIRA, J. F.; FERNANDES JÚNIOR, SALY. Cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da época e local de plantio em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2009. (Embrapa Rondônia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1677-8618; 65).

WASSIMI, N. N.; HOSFIELD, G. L.; UEBERSAX, M. A. Combining ability of tannin content and protein characteristics of raw and cooked dry beans. **Crop Science**, v. 28, n. 3, p. 452-458, 1988.

YOUSIF, A. M.; BATEY, I. L.; LARROQUE, O. R.; CURTIN, B.; BEKES, F.; DEETH, H. C. Effect of storage of adzuki bean (*Vigna angularis*) on starch and protein properties. **LWT - Food Science and Technology**, v.36, n.6, p.601-607, 2003.

ZAMBIASI, C. A. Qualidade de grãos de feijão armazenados em diferentes condições de temperatura. 2015. 91 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 2015