



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PROPRIEDADES FÍSICAS DURANTE A SECAGEM E QUALIDADE  
TECNOLÓGICA EM CULTIVARES DE FEIJÃO CARIOCA EM  
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

**DIEGO HENRIQUE DA MOTA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA/DF**

**MAIO/2016**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PROPRIEDADES FÍSICAS DURANTE A SECAGEM E QUALIDADE  
TECNOLÓGICA EM CULTIVARES DE FEIJÃO CARIOCA EM  
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

**DIEGO HENRIQUE DA MOTA**

**ORIENTADOR: SAMUEL MARTIN**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**PUBLICAÇÃO: 118/2016**

**BRASÍLIA/DF**  
**MAIO/2016**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PROPRIEDADES FÍSICAS DURANTE A SECAGEM E QUALIDADE  
TECNOLÓGICA EM CULTIVARES DE FEIJÃO CARIOCA EM  
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

**DIEGO HENRIQUE DA MOTA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDO AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

**APROVADO POR:**

---

**SAMUEL MARTIN, Doutor/UnB, Professor Adjunto.**

**(Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília - UnB)**  
**(ORIENTADOR) e-mail: samuelmartin@unb.br**

---

**MARCELO FAGIOLI, Doutor/UnB, Professor Adjunto.**

**(Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília - UnB)**  
**(EXAMINADOR INTERNO) e-mail: mfagioli@unb.br**

---

**FABIO LUIZ ZANATTA, Doutor/UFPI, Professor Adjunto.**

**(Universidade Federal do Piauí – UFPI - Campus Bom Jesus)**  
**(EXAMINADOR EXTERNO) e-mail: fabio.zanatta@ufpi.edu.br**

**BRASÍLIA/DF, 30 de maio 2016**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Mota, Diego Henrique da

Propriedades físicas durante a secagem e qualidade tecnológica em cultivares de feijão carioca em diferentes condições de armazenamento / por Diego Henrique da Mota. 2016

163 f.; il.

Orientador: Samuel Martin

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

1. Armazenamento. 2. Sementes. 3. Feijão. 4. Grãos. I. Título.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

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.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Diego Henrique da Mota

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Propriedades físicas durante a secagem e qualidade tecnológica em cultivares de feijão carioca em diferentes condições de armazenamento

GRAU: Mestre

ANO: 2016

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

-----  
Nome: Diego Henrique da Mota

CPF: 094.118.056-55

Endereço: R. Prof. Alfredo Batista nº71 Bairro: Aleixo Araújo nº: 71 Pres. Olegário, MG.

Tel. 034 9.9975-1650

Email: diegoh.mota@yahoo.com.br

## **DEDICATÓRIA**

**Ao Encontro de Jovens com Cristo e ao Grupo de  
Oração São Miguel Arcanjo, que muito  
participaram no meu crescimento espiritual  
e pessoal, onde muitas vezes foi fonte  
de força para as batalhas diárias.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção em todos os dias e ao Espírito Santo pela inspiração divina em todos os momentos.

Aos meus pais por nunca deixarem de acreditar em mim, pela educação e pelo cuidado em todos os dias.

Aos amigos pelo inúmeros bons momentos e principalmente pelo apoio incondicional nos momentos difíceis.

Ao Prof. Samuel por aceitar orientar esse trabalho mesmo com tantos obstáculos que viriam a seguir

Ao Prof. Fagioli pelas inúmeras ponderações ao trabalho e pelas reuniões informais na banca do Gilson.

Aos Professores Ronan, Walter e Carlos pela paciência durante as orientações e discussões estatísticas.

Aos amigos, colegas, irmãos e então Professores, Rodrigo, Renato, Jeyson e Luiz, pela ajuda mesmo nos momentos mais inoportunos.

Aos alunos, Natalia, Junior, Guilherme, Gustavo, pelos dias e noites contando e cozinhando feijão.

Ao Centro Universitário de Patos de Minas por ser uma segunda casa nos últimos seis anos e por me permitir utilizar os laboratórios que possibilitaram a execução deste trabalho.

Aos Professores João Wilson, Marcelo, Milton e Fagner por contribuírem tanto com meu crescimento intelectual e profissional nos últimos anos, sem estes certamente eu não seria o mesmo.

**“Sucesso é ser implacável,  
é ir de fracasso em fracasso  
sem perder o entusiasmo.”  
(Winston Churchill)**

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMO.....   | x  |
| ABSTRACT.....   | xi |
| 1 - INTRODUÇÃO.....   | 1  |
| 2 - OBJETIVO .....  | 3  |
| 2.1 - Objetivo geral .....  | 3  |
| 2.2 - Objetivos específicos .....                                 | 3  |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                                    | 4  |
| 3.1 – A produção de feijão .....                                  | 4  |
| 3.2 - Secagem.....  | 5  |
| 3.3 - Propriedades físicas .....                                  | 8  |
| 3.4 - Qualidade tecnológica .....                                 | 9  |
| 3.5 - Armazenamento de feijão .....                               | 12 |
| 4. - MATERIAL E MÉTODOS.....                                      | 16 |
| 4.1 - Obtenção do material experimental.....                      | 16 |
| 4.2 – O Processo de Secagem .....                                 | 16 |
| 4.3 - Propriedades físicas .....                                  | 17 |
| 4.3.1 - Teor de água durante a secagem .....                      | 17 |
| 4.3.2 - Ângulo de repouso (A.R.) .....                            | 18 |
| 4.3.3 - Massa específica aparente ( $P\alpha$ ).....              | 18 |
| 4.3.4 - Índice de contração da massa de grãos ( $\Psi_m$ ).....   | 19 |
| 4.3.5 - Massa de mil grãos ( $m_{1000}$ ).....                    | 20 |
| 4.3.6 - Massa específica unitária ( $P\mu$ ) .....                | 19 |
| 4.3.7 - Forma e tamanho.....                                      | 20 |
| 4.3.8 – Porosidade (P) .....                                      | 22 |
| 4.3.9 - Índice de contração volumétrica unitária ( $\Psi$ ) ..... | 22 |
| 4.4 - Qualidade tecnológica .....                                 | 22 |
| 4.4.1 - Armazenamento .....                                       | 22 |
| 4.4.2 - Teor de água durante a armazenagem.....                   | 24 |
| 4.4.3 - Tempo de cocção .....                                     | 24 |
| 4.4.4 – Germinação .....  | 25 |
| 4.4.5 - Condutividade elétrica .....                              | 25 |



|   |     |
|---|-----|
| 4.4.5 - Absorção de água .....  | 25  |
| 4.5 – Análise estatística.....  | 26  |
| 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 27  |
| 5.1 – Secagem .....   | 27  |
| 5.2 - Propriedades físicas .....  | 31  |
| 5.2.1 - Ângulo de repouso .....   | 31  |
| 5.2.2- Massa específica aparente .....  | 34  |
| 5.2.3 - Massa específica unitária .....   | 38  |
| 5.2.4 - Índice de contração da massa de grãos .....   | 42  |
| 5.2.6 - Forma e tamanho.....  | 48  |
| 5.2.7 - Porosidade.....   | 55  |
| 5.2.8 - Índice de contração volumétrica unitária .....  | 58  |
| 5.3 - Qualidade tecnológica .....   | 61  |
| 5.3.1 - Teor de água ao longo da armazenagem.....   | 61  |
| 5.3.2 - Tempo de cocção .....   | 63  |
| 5.3.5 – Germinação .....  | 71  |
| 5.3.4 - Condutividade elétrica .....  | 77  |
| 5.3.7 - Absorção de água.....   | 81  |
| 6. CONCLUSÕES .....   | 86  |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 87  |
| 8. ANEXOS .....   | 95  |
| ANEXO A – DADOS EXPERIMENTAIS DA SECAGEM DOS GRÃOS E ANÁLISES DAS PROPRIEDADES FÍSICAS.....   | 95  |
| ANEXO B – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SECAGEM E DOS TESTES DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR ESTILO DA SAFRA DAS ÁGUAS..... | 121 |
| ANEXO C – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SECAGEM E DOS TESTES DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR PÉROLA DA SAFRA DAS ÁGUAS..... | 130 |
| ANEXO D – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SECAGEM E DOS TESTES DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR ESTILO DA SAFRA DAS SECA ..... | 139 |

|   |     |
|---|-----|
| ANEXO E – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SECAGEM E DOS TESTES DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR PÉROLA DA SAFRA DA SECA..... | 147 |
| ANEXO F – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS TESTES DE QUALIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR ESTILO DA SAFRA DAS ÁGUAS.....      | 156 |
| ANEXO G – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS TESTES DE QUALIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR PÉROLA DA SAFRA DAS ÁGUAS.....      | 158 |
| ANEXO H – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS TESTES DE QUALIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR ESTILO DA SAFRA DA SECA .....       | 160 |
| ANEXO I – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS TESTES DE QUALIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR PÉROLA DA SAFRA DA SECA .....       | 162 |

# PROPRIEDADES FÍSICAS DURANTE A SECAGEM E QUALIDADE TECNOLÓGICA EM CULTIVARES DE FEIJÃO CARIOCA EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

## RESUMO

Em virtude das perdas no processamento pós-colheita de feijão, este trabalho objetivou estudar o processo de secagem e armazenamento em diferentes temperaturas de duas cultivares de feijão carioca, durante o período em que os grãos permanecem estocados. Para tal, foram obtidas amostras das cultivares Estilo e Pérola da safra das águas e da seca, as quais foram submetidas à secagem à 30, 40 e 50 °C e analisadas suas propriedades físicas (massa específica aparente, índice de contração de massa de grãos, massa de mil grãos, massa específica unitária, eixos ortogonais, circularidade, esfericidade, porosidade e índice de contração volumétrica unitária). Os grãos da safra das águas foram submetidos ao armazenamento às temperaturas de 15 e 25 °C durante 6 meses sendo que a cada mês foram analisadas suas propriedades tecnológicas como teor de água, tempo de cocção, germinação, condutividade elétrica e capacidade de absorção de água. Concluiu-se que para as propriedades físicas as temperaturas do ar de secagem mais elevadas promoveram maiores variações nas propriedades físicas dos testes de ângulo de repouso dos grãos da safra da seca, para o teste de índice de contração volumétrica unitária do cultivar Pérola da safra da seca, para as cultivares Estilo das safras das águas e da seca. Nos testes de massa de mil grãos e eixos ortogonais notou-se a influência da temperatura para as duas cultivares provenientes das duas safras. Os demais testes, massa específica unitária e porosidade, não foi verificado essa influência. Para os testes realizados durante o armazenamento, foi possível concluir que a perda de qualidade ocorre à medida que o período de estocagem avança, fato observado para todas as características analisadas independente das temperaturas de secagem e armazenamento ou mesmo da cultivar analisada. Porém, quando submetidos à temperaturas mais elevadas nesses processos os grãos tiveram maiores perdas de qualidade que aqueles submetidos à temperaturas inferiores.

**Palavras-chave:** conservação de grãos, perda de qualidade, tempo de cocção, cozedor de mattson, *Phaseolus vulgaris L.*, ambiente de armazenamento, pós-colheita.

# PHYSICAL PROPERTIES DURING DRYING AND TECHNOLOGICAL QUALITY IN CARIOCA BEAN CULTIVARS IN DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

## ABSTRACT

Because of losses in post-harvest processing of beans, this work aimed to study the process of drying and storage at different temperatures of two cultivars of carioca bean during the period in which the grains remain stocked. To this end, samples were obtained of the cultivars and Style vintage Pearl of water and drought, which were subjected to drying at 30, 40 and 50° C and analyzed its physical properties (apparent density, index of contraction of grain mass, mass of 1000 grains, mass specific, axes orthogonal, unitary, circularity, roundness, porosity and unit volume contraction index). The grain of the crop of the waters underwent storage at temperatures of 15 and 25° C for 6 months and every month their technological properties were analyzed as water content, cooking time, germination, electric conductivity and water absorption capacity. It was concluded that for the physical properties of air temperatures higher drying promoted greater variations in physical properties of angle of repose of grain of the crop of drought, to the volumetric contraction index test the unit cultivate Pearl of drought, crop for cultivars style of water yields and drought. In testing 1000 grain mass and orthogonal axes noted the influence of temperature for the two cultivars derived from two vintages. The remaining tests, unit density and porosity, it was not verified this influence. To the tests carried out during storage, it was possible to conclude that the quality loss occurs as the storage period progresses, a fact observed for all the features analyzed independent of the drying and storage temperatures or even grow. However, when subjected to higher temperatures in these processes the grains had greater loss of quality that those subjected to lower temperatures.

**Keywords:** conservation, loss of quality, cooking time, mattson cooker, *Phaseolus vulgaris* L., post-harvest storage environment.

## 1 - INTRODUÇÃO

O feijão ou feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura amplamente cultivada e consumida nos países em desenvolvimento das Américas e da África, tendo o Brasil como maior produtor mundial. A produção brasileira de grãos tem apresentado desempenho crescente no correr dos anos, graças às novas tecnologias empregadas em variedades mais produtivas. A produção de grãos da safra de 2014/2015 foi de 208,54 milhões de toneladas, para 2015/2016 estima-se que esses valores cheguem a 212,92 milhões de toneladas (CONAB, 2015). Contudo, o suporte para armazenamento destes grãos é insuficiente e insatisfatório (EMBRAPA, 2011).

A cultura do feijoeiro faz parte da produção da maioria dos pequenos e médios agricultores presentes nas diversas regiões do país, sendo conduzida frequentemente no sistema de sequeiro no período das águas. Não obstante essa cultura ser amplamente ligada à pequenos produtores, agricultura familiar ou agricultura de subsistência, com pouca tecnologia envolvida no processo produtivo, o feijoeiro tornou-se visado por grandes produtores, principalmente para o seu cultivo na entressafra, durante o período seco, com a utilização de tecnologias mais modernas e principalmente o uso da irrigação (AIDAIR, 2003).

A cultura pode ser conduzida em três diferentes épocas, de acordo com a região: nas regiões sul, sudeste e centro-oeste, podendo ser plantada na época das águas ou primeira safra, onde a incidência de chuvas e temperaturas elevadas podem favorecer a incidência de diversas doenças. A colheita desse plantio pode iniciar em dezembro e se estender até março. Na safra da seca ou segunda safra, a limitação ocorre em consequência da falta de chuvas, principalmente em períodos críticos, como a floração e enchimento das vagens. A produção poderia ser elevada com a utilização da irrigação, porém, essa técnica muitas vezes não é utilizada pela falta de recursos dos produtores. A colheita ocorre a partir de abril e vai até agosto (RAMALHO, 2005).

Na safra de inverno, predominante nas regiões tropicais, o plantio ocorre entre maio e julho e a colheita varia dos meses de agosto a outubro de acordo com a época do plantio. A produção na terceira safra só é possível graças ao emprego da irrigação, permitindo alta produtividade, isso possibilita um melhor abastecimento interno reduzindo variações de preço, já que durante todo o ano ocorre o plantio do feijoeiro e a sua disponibilidade no mercado (YOKOYAMA et al., 1996).

A comercialização, assim como o consumo do feijão, está diretamente ligada à produção e colheita anual, uma vez que a perecibilidade do produto é alta e este perde

qualidade à medida que envelhece, perdendo a cor característica e aumentando o tempo de cozimento (YOKOYAMA et al., 1996).

Apesar de ser uma fonte de proteínas, um problema do feijão é a sua difícil digestibilidade, quando comparadas as de origem animal, afetando a disponibilidade dessas proteínas tornando-se um problema nas características nutricionais. Outro fator que pode reduzir a digestibilidade envolve as condições de armazenamento e processamento, em que o armazenamento em condições de alta umidade do ar leva ao endurecimento do grão e, conseqüentemente, maior tempo para cozimento e menor valor nutricional (LAJOLO et al., 1996).

Segundo os dados estimados pela CONAB, a estimativa da produção de todas as safras de feijão de 2015/2016 é de 3.184,6 a 3.243,3 toneladas (CONAB, 2015), espera-se que o consumo *per-capita* de feijão no ano de 2014 possa chegar a 17,5 quilos por habitante (CONAB, 2013).

Tendo em vista a alta perecibilidade dos grãos de feijão armazenados, é importante que se desenvolvam estudos, como este, visando a manutenção dos parâmetros qualitativos e comerciais dos grãos de feijão de diferentes variedades, quando submetidos a diferentes condições de secagem e armazenamento.

A redução do teor de água, consequência do processo de secagem acarreta redução nas dimensões dos grãos, fator que irá influenciar as suas propriedades físicas e conseqüentemente no dimensionamento e na operação de equipamentos, como os sistemas de pré-limpeza, limpeza, aeração e processamento dos grãos, ocorre a necessidade de pesquisas vinculadas as propriedades físicas, secagem, armazenagem e qualidade dos grãos. Logo, este trabalho se justifica pela necessidade de otimização das etapas pós-colheita na manutenção da qualidade do produto até a sua chegada ao consumidor.

## **2 - OBJETIVO**

### **2.1 - Objetivo geral**

Este trabalho teve por objetivo geral avaliar as propriedades físicas e a qualidade tecnológica pós-colheita de duas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), submetidos a diferentes condições de secagem e de armazenamento.

### **2.2 - Objetivos específicos**

Analisar as propriedades físicas (massa específica aparente, índice de contração de massa de grãos, massa de mil grãos, massa específica unitária, eixos ortogonais, circularidade, esfericidade, porosidade e índice de contração volumétrica unitária) das cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) Estilo e Pérola ao longo do processo de secagem;

Avaliar a qualidade tecnológica dos grãos (tempo de cocção e absorção de água) e sementes (germinação e condutividade elétrica) de feijão em função de diferentes condições de armazenamento, ao longo do tempo, para as cultivares Estilo e Pérola.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 – A produção de feijão

Dentre as diferentes cultivares de feijão, tanto a Pérola quanto a Estilo são pertencentes ao grupo carioca.

A cultivar Pérola, proveniente do programa de melhoramento genético da Embrapa Arroz e Feijão em conjunto com o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) lançado em 1996, possui hábito de crescimento indeterminado, porte semi-ereto; ciclo de 90 dias e média de 46 dias para floração, o grão da cultivar possui um tamanho maior quando comparado as demais cultivares do mesmo grupo. Apresenta resistência à ferrugem e ao mosaico-comum e ainda resistência moderada à murcha de *Fusarium* e à mancha angular, a cultivar possui ainda resistência para as raças de antracnose alfa-brasil TUS e suscetibilidade às raças alfa-brasil, kapa e zeta. O ponto de maturação para a colheita apresenta vagens de coloração amarelo areia. A arquitetura dessa planta dificulta a colheita completamente mecanizada, sendo necessário primeiramente o seu arranquio e enleiramento manual, a partir daí ocorre a utilização das máquinas. Tal característica apresenta muitas vezes uma desvantagem, pelo número excessivo de mão de obra que é demandado (YOKOYAMA et al., 1999). Sobre qualidade tecnológica a cultivar estilo apresenta em média peso de mil grãos de 0,27 g (YOKOYAMA et al., 1999) enquanto o tempo de cocção médio é de 29 minutos (MELO et al., 2011).

A cultivar BRS Estilo, ou simplesmente Estilo, originou-se a partir do programa de melhoramento genético do feijoeiro comum da Embrapa Arroz e Feijão, que objetivava cultivares de alto potencial produtivo, mais resistentes à doenças, de porte ereto, que possibilitassem a colheita mecanizada. Possui grãos claros, alto potencial produtivo arquitetura ereta, tolerância ao acamamento e resistência à antracnose e ao mosaico comum. A planta possui ciclo de 90 dias e crescimento indeterminado. Em relação à qualidade tecnológica os grãos apresentam tempo de cocção médio de 26 minutos de massa de mil grãos de 26 gramas. A maturação de colheita, que pode ser totalmente mecanizada, é apresentada pelas vagens com coloração amarelo areia (MELO et al., 2011).

De acordo com Meireles et al. (2003) um dos maiores obstáculos da colheita da safra das águas é que a chuva pode coincidir com as operações de colheita, causando sérias perdas às cultivares de porte mais prostrado, enquanto as de porte mais arbustivo têm mais aeração em seu entorno e retém água por menor tempo, além de suas vagens não ficarem em contato com o solo. A etapa de colheita pode ser considerada a mais crítica de todo o processo



produtivo do feijão, para que seja possível realizar o arranquio e enleiramento mecanizado é essencial que a planta tenha um porte ereto, reduzindo as perdas (MELO et al., 2011).

Alguns autores citam (SENA, 2006; MELO et al., 2011; YOKOYAMA et al., 1999) as características ideais de uma planta de feijão, altura superior a 50 cm, porte ereto, resistência ao acamamento, folhas pequenas de folhagem aberta, maturação uniforme e boa desfolha natural na época da colheita.

Para Bragantini (1996), as grandes perdas nos diversos setores produtivos agrícolas ocorrem quando o grão é retirado da lavoura, com a cultura do feijão não é diferente, alguns cuidados devem ser tomados nas operações pós-colheita. No transporte, seja ensacado ou a granel, os grãos de feijão devem permanecer o menor tempo possível no campo, uma vez que o teor de água acima de 15% ou restos vegetais úmidos podem acelerar a deterioração. A Pré-limpeza deverá remover a maioria das pedras, terra, torrões e restos vegetais que vem do campo, além de retirar materiais inertes, esta etapa promove a aeração dos grãos auxiliando na perda de água.

Quando colhidos, geralmente os grãos apresentam teor de água inadequado a um armazenamento seguro, se fazendo necessário a secagem, pequenos produtores utilizam a energia solar espalhando os grãos em uma superfície cimentada, revolvendo-as periodicamente. A secagem comercial, se o objetivo do grão for a semente, deve ocorrer em secadores estacionários, evitando maiores danos mecânicos, e com a temperatura da massa de ar inferior a 40 °C (RAMALHO, 2005; DIAS et al. 2012).

Para Aidair (2003) as condições das operações de colheita, transporte, pré-limpeza e secagem são de muita influência na qualidade em que o produto entra no armazenamento. Durante esta etapa o produto nunca tem a sua qualidade melhorada, em perfeitas condições esta qualidade pode, no máximo, ser mantida (BRAGANTINI, 1996).

### **3.2 - Secagem**

A secagem de grãos é o principal método para a conservação das características qualitativas de produtos agrícolas, uma vez que reduz o crescimento de micro-organismos e a taxa das reações enzimáticas e não enzimáticas. O que ocorre é a redução do teor de água dos grãos, influenciando diretamente a alteração das suas propriedades físicas durante a secagem, fator que gera um conhecimento de extrema importância para o dimensionamento e projeção de equipamentos. Essa atividade deve ser feita de forma a preservar a aparência, as qualidades nutritivas e, no caso de grãos, a viabilidade como semente (SILVA; CORRÊA, 2000).

Os principais fatores que tornam a secagem uma operação cada vez mais importante são: permite antecipar a colheita, disponibilizando a área para novos cultivos; minimiza a perda de produtos no campo; permite armazenagem por períodos mais longos; manutenção do poder germinativo; impede o desenvolvimento de micro-organismos e insetos (MILMAN, 2002).

A secagem natural é caracterizada pela secagem do produto no campo, na própria planta, sem a interferência do homem. A secagem artificial compreende a utilização de processos manuais ou mecânicos tanto no manejo do produto quanto na passagem do ar através da massa de grãos, podendo ser empregada ventilação forçada com baixa temperatura, alta temperatura, secagem combinada e outros (SILVA; CORRÊA, 2000).

Para Milman (2002) o processo de secagem é definido como um processo simultâneo de transferência de calor e água entre os grãos e a massa de ar. Esse processo deve ser feito observando as características de cada grão, levando em consideração a preservação das qualidades do produto tais como, aparência, qualidade nutritiva e ainda em muitos casos a qualidade como semente.

Inicialmente, a secagem era efetuada diretamente na lavoura. Mesmo com os avanços nos estudos e equipamentos de secagem e pós-colheita esse processo natural, ainda hoje é amplamente utilizado, principalmente por produtores que não dispõem dessas tecnologias, assim, grãos em geral são colhidos somente quando se encontram com teor de água a níveis mais baixos. Outra técnica frequentemente utilizada por boa parte dos produtores são os terreiros, expondo os grãos em locais abertos com incidência solar e promovendo seu revolvimento frequente. Com a necessidade da aceleração e otimização desses processos de secagem surgiram sistemas que envolviam a passagem de um ar previamente aquecido pela massa de grãos (WEBER, 2005). De acordo com este mesmo autor, durante o processo de colheita várias dificuldades são encontradas pelos produtores, uma vez que nem sempre há condições ideais para esse processo. É importante esperar que os grãos atinjam o ponto de maturação na lavoura, dessa forma obtém-se o máximo rendimento com o grão totalmente crescido e com seu peso máximo atingido. Uma vez atingido o ponto de maturação os grãos se encontram com teor de água elevado, geralmente acima de 30%, isso inviabiliza a colheita por ocasionar uma alta quantidade de perdas e danos aos grãos. Após atingir a maturidade, o teor de água diminui com o passar dos dias, até teores satisfatórios e seguros para o processo de colheita, no caso dos grãos de feijão, 18%.

A colheita do feijão acima do teor de água adequado, 18%, aumenta as perdas na lavoura sendo também responsável por maiores danos aos grãos. Ao mesmo tempo, a colheita

abaixo dos 18% não garante um armazenamento adequado do produto, sendo necessário promover a sua secagem até os 13-14%. É importante ainda destacar que grãos demasiadamente secos são mais facilmente trincados ou quebrados no processo de colheita e a prática de deixá-los na lavoura para secar até teores abaixo do recomendado para armazenagem facilita a contaminação por fungos e pragas (WEBER, 2005).

É importante saber da localização da água nos grãos para melhor entendimento e condução dos processos de secagem, sendo assim, Weber (2005) apresenta diferentes denominações. O teor de água superficial está localizado na periferia do grão e pode ser removida facilmente mesmo com o uso da ventilação. Teor de água intersticial é aquele presente nos espaços entre as células. Quando esse teor de água é removido dos grãos, os poros se fecham e com isso os grãos tem seus volumes reduzidos e suas propriedades físicas alteradas. O teor de água de constituição por sua vez é aquela constituinte das células, esta não deve ser removida nos processos de secagem.

Quando o objetivo dos grãos de feijão é o consumo, pouco se sabe sobre a influência que a temperatura ou que o processo de secagem apresenta sobre a qualidade final dos grãos, alguns estudos comprovam que a elevação dessa temperatura reduz a disponibilidades das proteínas, aumenta a dureza bem como o tempo de cocção. Se o objetivo do grão for a semente, uma série de cuidados ainda maiores devem ser tomados quando a secagem artificial se faz necessária. Sistemas em que as sementes não se movem durante a secagem são favoráveis por reduzirem a ocorrência de danos mecânicos. Outro fator importante a se considerar é a temperatura da massa de sementes, quando esta apresenta valores acima de 40 °C sérios danos podem ser causados ao embrião diminuindo o potencial fisiológico da semente (BRAGANTINI, 1996).

Os estudos realizados por Almeida et al. (2013) apresentaram um menor tempo de secagem para temperaturas mais elevadas, porém apresentaram perdas de qualidade para os grãos de feijão. O mesmo foi verificado por Morais et al. (2013) que notou que com o aumento da temperatura do ar de secagem houve maior taxa de remoção de água do produto, essa remoção ocorre de forma decrescente devido ao aumento de resistência em transferir a água do interior do produto para a superfície.

Para Resende et al. (2012) a secagem ocorre pela transferência de calor e de massa onde as condições e métodos utilizados podem alterar a qualidade dos grãos. Os autores estudaram diversas temperaturas de secagem encontrando maior taxa de remoção de água e menor tempo de secagem para 70 °C, como esperado esta temperatura apresentou os menores percentuais para o teste de germinação e maiores valores no teste de condutividade elétrica e

absorção de água indicando maiores danos causados nas membranas celulares por estas condições. O trabalho verificou ainda que sementes com maiores teores de água no início da secagem sofrem maior dano nas paredes celulares.

De acordo com Oliveira et al. (2014), a secagem é o principal método para manutenção da qualidade pós-colheita, uma vez que a redução do teor de água dos grãos reduz a atividade biológica e metabólica. Porém, elevadas taxas de remoção de água podem prejudicar a qualidade do produto e promover maiores alterações físicas aos grãos.

### **3.3 - Propriedades físicas**

A importância do conhecimento das características físicas dos grãos se refere a necessidade de construir e operar equipamentos de secagem e armazenagem. Variáveis como teor de água, forma, tamanho, constituição externa, influenciam os valores de ângulo de repouso dos grãos que, por sua vez, é um fator influenciador no dimensionamento de silos, correias, moegas e rampas. A massa específica granular, que é a razão entre a massa e o volume de determinada quantidade de produto, incluindo os espaços intergranulares, é influente na comercialização do produto, silos, depósitos, transportadores e também pode ser utilizado para indicar parâmetros de qualidade (SILVA; CORRÊA, 2000).

A porosidade de uma massa de grãos pode influenciar no dimensionamento de sistemas de secagem e aeração, uma vez que representa os espaços intergranulares existentes em uma massa de grãos e a sua relação com essa massa. O tamanho e a forma dos produtos agrícolas na maioria das vezes apresentam uma dificuldade na sua determinação, no entanto a importância dessa variável está no dimensionamento de peneiras, presentes nos processos de separação e classificação (SILVA et al., 2000b).

Quando não conduzido adequadamente, a redução no teor de água dos grãos no processo de secagem conseqüentemente pode levar à perda da qualidade de grãos e sementes em virtude da perda de solutos, uma vez que este fator, além de indicar o comprometimento das membranas celulares e conseqüentemente a perda de constituintes celulares importantes, pode fornecer substrato propício ao desenvolvimento de microorganismos (SANTOS et al., 2005). Essa redução do teor de água, tanto nos grãos de feijão como em outros produtos agrícolas acarreta desuniformidades nas variações das dimensões, visto que durante a secagem eles se contraem linearmente à perda de água (RESENDE et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2014).

De acordo com Araújo et al. (2014), a alteração dos parâmetros físicos dos grãos ocorre em função da redução dos teores de água, no caso da massa específica aparente a

redução do teor de água promove a contração da parte interna dos grãos. Em alguns casos, tem-se a formação de espaços vazios no interior dos grãos, sendo assim, a redução do volume dos grãos pode não ser proporcional à redução do teor de água, tal fato pode interferir nos valores de massa específica aparente, massa específica unitária e porosidade.

Diversos trabalhos, relacionando a secagem com as alterações físicas dos grãos apresentam uma influência significativa da temperatura nas alterações sofridas pelos grãos, onde Moraes et al. (2013); Resende et al. (2012); Oliveira et al. (2014); Almeida et al. (2013) mostraram que temperaturas maiores causam maiores alterações nas propriedades físicas dos grãos de feijão.

O efeito direto da secagem sob o grão é a perda de água que, por sua vez, acarreta alterações nas características físicas dos grãos, como decréscimo nos valores da massa específica unitária, deformação do grão, presença de espaços vazios no seu interior, redução da massa, aumento da porosidade, redução na esfericidade dos grãos, redução no valor da massa de mil grãos, ocorre também uma contração volumétrica dos grãos que leva a uma redução das dimensões características do produto e encolhimento dos grãos (ARAÚJO et al., 2014).

Por sua vez Weber (2005) explica as alterações nas propriedades físicas dos grãos por ocasião da secagem, uma vez que o teor de água intersticial é removido e os espaços vazios se contraem reduzindo dessa forma as suas dimensões.

### **3.4 - Qualidade tecnológica**

A condução da cultura, bem como as condições de secagem e armazenamento são responsáveis pela qualidade em que o produto apresentará quando chegar em seu destino final, seja na mesa do consumidor, seja de volta ao campo para ser utilizado como semente. Sendo necessário o entendimento de alguns conceitos em qualidade de grãos e sementes de feijão para que cada operação ocorra perfeitamente (SARTORI, 1996).

Para o consumidor, é de extrema importância o tempo que o grão leva para atingir um grau de maciez, determinado como tempo de cocção ou tempo de cozimento. Alguns fatores como temperatura e o teor de água dos grãos influenciam no aumento do tempo de cozimento durante o processo de armazenamento. Grãos armazenados com teor de água inferior a 10% tem pouca ou nenhuma influência da temperatura ou tempo de armazenamento, porém um teor de água elevado combinado com altas temperaturas e períodos prolongados no armazenamento podem interferir drasticamente na qualidade do feijão (SARTORI, 1996)

Grãos armazenados sob condições inadequadas frequentemente apresentam dois fenômenos, conhecidos como *Hardshell* e *Hard to Cook*. O primeiro, *Hardshell*, ocorre em sementes que já se encontram secas e maduras, estas apresentam uma dificuldade na absorção de água mesmo quando imersas por um longo período. O segundo, *Hard to cook*, refere-se à grãos que requerem um elevado tempo de cozimento para amolecer ou não amolecem mesmo quando submetidos a água fervendo por um longo período. O fenômeno *Hardshell* pode ser consequência de um armazenamento em condições de teor de água elevado e altas temperaturas e consequentemente gera o fenômeno *Hard to Cook* (SARTORI, 1996).

O endurecimento da casca durante o armazenamento do feijão se deve principalmente quando há alta umidade do ar, isso agiria impedindo a reidratação dos grãos no preparo para o consumo. A alta umidade do ar acompanhada de temperaturas elevadas aumentam a incidência de grãos *Hardshell* e *Hard to Cook* fazendo que o produto possa ter baixa aceitabilidade da parte dos consumidores, além de diminuir a digestibilidade e absorção das proteínas (OLIVEIRA et al., 2011).

De acordo com Oliveira et al., (2011), o armazenamento do feijão sob condições de resfriamento apresentou redução na ocorrência de grãos *Hardshell* e *Hard to Cook* quando submetidos aos testes de cozimento os grãos de feijão que foram refrigerados apresentaram tempo de cocção menor que os grãos estocados em temperatura ambiente. A qualidade nutricional dos grãos de feijão apresentou melhor conservação para os grãos refrigerados conservando os teores de proteínas e minerais. Porém, os grãos armazenados em refrigeração apresentaram escurecimento do tegumento, fator que pode ser associado pelo consumidor à baixa qualidade e maior tempo de cozimento. Oliveira et al. (2013) apresenta como um bom parâmetro de qualidade os grãos que atingem o tempo de cozimento em um tempo menor que 30 minutos, visando a economia de energia e consequentemente de capital pelos consumidores.

Segundo Ribeiro et al. (2014) que avaliaram o tempo de cozimento de diferentes genótipos cultivados em diferentes ambientes de cultivo. Além dos genótipos terem apresentado significativa diferença no que tange ao desempenho agrônômico das diferentes áreas estudadas houve uma interação ambiente x genótipo x tempo de cozimento, os grãos provenientes do mesmo genótipo cultivados em locais diferentes apresentaram diferenças no tempo de cozimento.

Estudos ainda comprovaram que a exposição do feijão a altas temperaturas promove aumento da digestibilidade, já o valor de proteínas pode aumentar até certo ponto, a partir daí esse valor sofre considerável redução. Há uma variedade de fatores que interferem na

digestibilidade do feijão, tais como o tanino presente da casca, os níveis de proteínas, fitatos, inibidores de proteases presentes nos cotilédones e, como citado, as condições de processamento e armazenamento que interferem nas condições de interação das moléculas de proteínas (LAJOLO et al., 1996).

O armazenamento em ambientes não controlados de temperatura e umidade é um fator que pode prejudicar a qualidade final deste produto aumentando a deterioração e a perda quantitativa pelo ataque microbiano, de pragas e pelo próprio metabolismo dos grãos. Grãos com maiores teores de água possuem maior taxa respiratória e com isso maior degradação de suas reservas (OLIVEIRA, 2008).

Temperaturas elevadas e armazenamento por tempo prolongado podem também ser um fator determinante na queda da qualidade do produto, uma vez que estudos mostraram a queda dos níveis de proteínas para grãos, possivelmente relacionada a desaminação, reações de hidrólise, descarboxilação e complexação com outros componentes dos grãos. Além da queda dos níveis de proteínas, o período de armazenamento provoca queda nos níveis de óleos. Isso pode ser explicado pela oxidação dos lipídios (OLIVEIRA, 2008).

Um fator que prejudica a cultura do feijão é a utilização de grãos como sementes, ou seja, o produto é colhido, seco e armazenado como grãos, mas utilizado como semente. Muitas vezes, os produtores não fazem a aquisição de uma semente de qualidade, optando pelo uso dos grãos armazenados da safra anterior, isso contribui fortemente para os baixos índices de produtividade, uma vez que sementes de boa qualidade podem implicar em um aumento de até 40% na produção. Sendo assim, ocorre a necessidade de conhecer os parâmetros de qualidade da semente de feijão (BRAGANTINI, 1996).

Segundo Bragantini (1996) a qualidade fisiológica da semente pode ser definida como o conjunto de atributos físicos, fisiológicos e sanitários que influenciarão no desenvolvimento de uma lavoura uniforme e produtiva. Logo, de pouco adianta o desenvolvimento de genótipos altamente produtivos, se as suas sementes não são devidamente beneficiadas ou armazenadas, onde a deterioração implicará na queda do potencial germinativo, emergência no campo, desenvolvimento das plantas e no rendimento.

Almeida et al. (2013) constataram que a condutividade elétrica foi influenciada pela temperatura de secagem, em que verificou-se maiores valores para temperaturas maiores, corroborando com outros estudos que a condutividade elétrica tem se mostrado um excelente avaliador da incidência de danos fisiológicos nos grãos e sementes. Este indicador pode apresentar tanto a má qualidade do produto enquanto grão, pela perda de seus constituintes

interessantes à alimentação, como a perda da qualidade enquanto semente, pois denota a perda das reservas energéticas necessárias à germinação e ainda possíveis danos ao embrião.

### **3.5 - Armazenamento de feijão**

No período de armazenamento ocorre uma deterioração constante das características dos produtos armazenados; a velocidade dessa deterioração vai depender das condições às quais o produto está submetido e também das condições iniciais do próprio produto. No caso do feijão, a queda de qualidade está ligada ao aumento do tempo de cocção, aumento da dureza, mudanças do sabor, redução do valor nutricional, redução na capacidade de absorção de água e para algumas cultivares ocorre ainda escurecimento do tegumento (SARTORI, 1996).

Algumas características qualitativas são essenciais aos consumidores, tais como boa aparência, ausência de ataque de pragas, principalmente o caruncho, e também a rápida cocção dos cotilédones para o consumo. Fatores extremamente afetados pelo tempo e condições de armazenamento, em que pode ocorrer aumento do grau de dureza do feijão e, conseqüentemente, acréscimo no tempo de cozimento e alterações no sabor (SARTORI, 1996).

Segundo Bragantini (2005) quando os grãos de feijão são armazenados em silos graneleiros ou mesmo em sacaria os espaços existentes entre os grãos os tornam uma massa porosa, este espaço intergranular abriga o oxigênio que é consumido na respiração dos grãos juntamente com as reservas energéticas. Esse processo é responsável pela deterioração dos grãos e pode ser agravado por temperaturas elevadas, acima de 20 °C, e também pelo teor de água inadequada dos grãos, acima de 11-13%.

Em um estudo feito por Ito (2003), notou-se que os grãos de diversas culturas, apresentam baixa condutividade térmica, o que indica que conduzem pouca temperatura, essa característica é de extrema importância e eficiência para a conservação de grãos armazenados adequadamente, porém, para grãos armazenados com teores de água acima do adequado, pode levar a perdas muito maiores, aumentando a respiração e conseqüentemente o calor, este não se propagará facilmente acelerando a propagação de fungos, bactérias e a fermentação do produto. Outra propriedade dos grãos que influenciará nas boas práticas de armazenamento, é a higroscopicidade, assim, como a maioria dos produtos agrícolas, os grãos perdem ou absorvem água de acordo com as condições do meio que o envolvem, assim, é de extrema importância que exista um controle nos ambientes onde os grãos são armazenados, para que não haja nem perda nem absorção de água nos grãos.



Além das características dos grãos, Faroni et al. (2005) apresenta alguns fatores físicos que influenciam na conservação dos grãos, tais como, temperatura e umidade do ambiente de armazenamento. Bragantini (2005) cita que a manutenção da temperatura em níveis mais baixos, não mais que 20 °C, apresenta-se como uma ótima ferramenta na conservação da qualidade dos grãos de feijão, uma vez que mesmo com teores de água elevado essa temperatura não permitirá o desenvolvimento de fungos, bactérias e ainda desacelerará a respiração e degradação dos nutrientes. Temperaturas elevadas no armazenamento, acima dos 25 °C, promovem além do desenvolvimento de fungos e bactérias, o aumento das reações químicas.

Como apresentado por Brackmann et al. (2002) tanto para grãos como para sementes é de suma importância que temperatura e umidade do ambiente estejam em níveis baixos, essa combinação contribui para a mínima degradação do produto armazenado. Problemas agravados em regiões quentes e úmidas, onde tem se utilizado a estocagem de grãos e sementes de feijão em silos herméticos, resfriados ou atmosferas controladas, protegendo o grão de situações desfavoráveis (BRAGANTINI, 2005).

A cultura do feijão é amplamente conduzida por pequenos produtores, estes produtores armazenam o produto por diversas razões, seja para sua posterior utilização como semente, consumo e comercialização em épocas mais rentáveis, sendo este último a principal causa de estudos do armazenamento desta cultura. Flutuações de preço da cultura do feijão causam ao produtor instabilidade de renda, tornando necessário o armazenamento na fazenda, para uma posterior comercialização seja para outros produtores, consumidores, beneficiadores ou intermediários (SMITH; HOLMAN, 1999).

Diversos trabalhos (BRACKMANN et al., 2002; BRAGANTINI, 2005; COELHO et al., 2006; COELHO et al., 2009; OLIVEIRA NETO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011; RESENDE et al., 2008; RIBEIRO et al., 2007; SANTOS et al., 2005; SILVA et al., 2013) mostram a importância do armazenamento de feijão e suas implicações na qualidade do grão/semente, e analisam as alterações fisiológicas e bioquímicas durante o armazenamento. Santos et al. (2005) analisaram as modificações fisiológicas e bioquímicas durante o período de armazenamento de cinco diferentes cultivares: TPS Nobre, TPS Bonito, TPS Bionobre, Iapar 44, Br Ipagro, 35-Macotaço. Notaram que em 8 meses de armazenamento apenas a cultivar TPS Bionobre manteve sua porcentagem de germinação, enquanto as outras cultivares tiveram decréscimos de até 15%. Segundo os autores, a perda do vigor das sementes é consequência da deterioração das membranas celulares, reduzindo com isso a capacidade de retenção de solutos.

Santos et al. (2005) notaram que o aumento da umidade relativa do ar durante o armazenamento, juntamente com características fisiológicas de cada cultivar, favoreceu a atividade da enzima glutamato desidrogenase. Essa enzima promove a oxidação de aminoácidos, fornecendo energia ao embrião em desenvolvimento. Observaram também atividade da enzima esterase, que participa do metabolismo de lipídios; a atividade de ambas enzimas evidenciam a ocorrência de eventos deteriorantes, com perda na qualidade do grão, da semente e conseqüentemente do estande de plântulas. A enzima fosfatase ácida hidrolase, envolvida na hidrólise de ésteres, peroxidação dos fosfolipídios de membrana e manutenção do fosfato celular, apresenta efeitos deletérios quando ocorre a sua atividade, uma vez que altera os níveis de fosfato na semente, ATP e nucleotídeos.

Para Zimmermann et al. (2009) o potencial de absorção de água como um forte indicativo da qualidade de grãos de feijão uma vez que esta característica está diretamente relacionada com a capacidade de cocção dos cotilédones. Quando o feijão é armazenado em condições ambientais de alta temperatura e umidade elevada as probabilidades de aparecimento de grãos que apresentem o efeito *Hard to Cook* são maiores, fazendo com que a qualidade e aceitabilidade pelos consumidores caiam drasticamente, sendo assim, fatores como tempo de cozimento e absorção de água se tornam um dos principais parâmetros de qualidade de grãos de feijão (COELHO et al., 2009). Umidade alta aliada à temperaturas variáveis aceleram a degradação dos grãos por favorecerem a proliferação de fungos e bactérias (WEBER, 2005).

A perda de qualidade desses grãos é conseqüência da formação de uma barreira física que limita a absorção de água impedindo a gelatinização do amido, o processo torna o grão mais resistente a cocção. Uma vez que os grãos requerem maior tempo para cozimento dos cotilédones ocorre uma perda do valor nutritivo. A limitada gelatinização do amido dos grãos pode ser agravado pelo tempo de armazenamento ou mesmo por temperatura mais elevada durante a estocagem.

Para os grãos que serão utilizados como sementes o armazenamento deve ser efetuado tomando-se ainda mais cuidados. A importância dessa prática e que ela ocorra corretamente assegurando a manutenção das características das sementes, se deve ao fato de existirem diversas épocas para o plantio, demandando sementes de qualidade o ano todo. Muitos fatores vão influenciar na qualidade da semente de feijão, tais como, maturação, colheita, secagem, beneficiamento e as propriedades em que estas serão armazenadas, como teor de água da semente, umidade relativa do ar e temperatura dentro do armazém (BRAGANTINI, 1996).

Para Zucareli et al. (2015) que estudou diferentes condições de armazenamento para sementes de feijão, notou que aquelas armazenadas em câmara seca tiveram maior poder de conservar suas características que as armazenadas em ambiente natural. As sementes armazenadas em condições naturais apresentaram maior perda do poder germinativo e maiores valores de condutividade elétrica, ambos indicativos de deterioração do produto.

## **4. - MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 - Obtenção do material experimental**

Para a execução deste trabalho foram obtidas amostras de aproximadamente dez quilos de duas diferentes cultivares de feijão (Pérola e Estilo) recém colhidas e limpas em uma propriedade rural, no município de Presidente Olegário, Estado de Minas Gerais. A propriedade, situada nas coordenadas -18.388796 de latitude e -46.441720 de longitude apresenta latossolo vermelho e clima tropical semiúmido com duas estações bem definidas e médias pluviométricas girando em torno de 1500 mm apresentando temperaturas mais quentes no verão (23 °C), que vai de outubro a março e é onde se concentra 90 % das precipitações e mais amenas no inverno (18 °C), que se estende de abril a setembro e é seco. A colheita foi semi-mecanizada para a cultivar Pérola e mecanizada para a cultivar Estilo. As respectivas lavouras foram conduzidas de acordo com as recomendações para a cultura do feijoeiro, seguindo o apresentado por Fancelli (2007).

Estas culturas foram semeadas no período de dez a quinze de outubro, conduzidas em sistemas de sequeiro e colhidas ao fim do mês de janeiro, caracterizando a colheita da safra das águas. O experimento também avaliou as cultivares Estilo e Pérola semeadas no fim do mês de fevereiro, conduzidos sob pivô central e colhidos no início do mês de julho, na denominada safra da seca. Para a colheita da safra das águas, fez-se a aplicação do dessecante com princípio ativo paraquat, enquanto a colheita da safra da seca, não se utilizou dessecante. Esse procedimento foi realizado no estado de maturação da cultura e o teor de água na colheita foi de 0,24 (decimal b.s.) para a cultivar Estilo da safra das águas e 0,31 (decimal b.s.) para a cultivar Pérola da safra das águas, enquanto para a safra da seca a cultivar Estilo apresentou 0,20 (decimal b.s.) e a cultivar Pérola 0,20 (decimal b.s.). As lavouras foram colhidas objetivando o uso do produto como grãos. Após a colheita, o produto foi limpo com o uso de peneiras de furos oblongos, classificada como peneira 16, a fim de se retirar impurezas e matérias estranhas.

### **4.2 – O Processo de Secagem**

A secagem, bem como as análises referentes a essa etapa foram desenvolvidas no Laboratório de Bromatologia e no Laboratório de Sementes do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, Patos de Minas, Minas Gerais, entre os dias 30/01 à 04/02 foram secos os grãos da safra das águas, e entre os dias 01/07 à 03/07 os grãos da safra da seca.

As amostras foram submetidas a secagem em uma estufa de circulação e renovação de ar forçada, e a averiguação da temperatura foi feita por meio do uso de um termômetro digital acoplado à estufa. Os tratamentos de secagem foram feitos em função de diferentes temperaturas, fazendo-se uso de ar a temperaturas de 30 °C, 40 °C e 50 °C e com camada delgada inicial entre 1 cm a 1,5 cm, de forma a não exceder três grãos de altura. Durante a secagem, os grãos foram revolvidos e homogeneizados para retirada de uma amostra composta, destinada à análise das propriedades físicas, em intervalos de aproximadamente uma hora até que o produto atingisse valores de 12 a 14% de teor de água, valor estabelecido para a comercialização dos grãos de feijão no Brasil (BRASIL, 2008).

Para determinar o momento final de secagem dos grãos, amostras com três repetições foram mantidas separadas em sacos confeccionados com material telado. A cada rodada de análises tais amostras foram pesadas e o teor de água estimado com base na diferença de peso da amostra inicial (uso de uma balança analítica de três dígitos) com base na metodologia seguida por Resende et al. (2005). Esse é o chamado método gravimétrico, possível uma vez que a matéria seca não é reduzida durante a secagem; logo, a diferença do peso das amostras é consequência da perda de água. Os monitoramentos da temperatura e da umidade do ar durante a secagem foram efetuados com o uso de um termo-higrômetro digital instalado do lado externo da estufa e de um termômetro de bulbo seco localizado internamente na estufa.

### **4.3 - Propriedades físicas**

A análise das propriedades físicas dos grãos foi realizada ao longo do processo de secagem, para as três temperaturas testadas, para diferentes intervalos de tempo.

#### **4.3.1 - Teor de água durante a secagem**

A determinação do teor de água dos grãos de feijão foi realizada pelo método direto de estufa com temperatura a  $105 \pm 3$  °C, onde os grãos permaneceram durante 24 horas. Os grãos foram pesados, colocados em um recipiente de porcelana e levados a estufa em três repetições. Após o período estabelecido os grãos foram retirados da estufa e colocados em dessecador para que atingissem a temperatura ambiente e posteriormente pesados. A pesagem dos grãos após a secagem proporcionou obter o teor de água (BRASIL, 2009).

Durante a secagem, para que se fosse possível estimar o teor de água em que os grãos se encontravam, foi utilizado o método gravimétrico, pesando as amostras e calculando com base na massa atual e inicial, o teor de água em que os grãos se encontravam. Essa técnica se torna necessária na ausência de equipamentos de medida indireta do teor de água que podem

fornecer os valores instantaneamente, uma vez que o método mais confiável, estufa à 105 °C durante 24 horas, demora para fornecer os valores.

#### 4.3.2 - Ângulo de repouso (A.R.)

O ângulo de repouso foi determinado com a utilização de um dispositivo simples, consistindo de uma pequena estrutura de madeira onde há um espaço para depositar os grãos. Nesse espaço, com capacidade para 500 ml, é possível abrir a parte frontal, provocando o escoamento dos grãos simulando o funcionamento de uma moega (Figura 1). A altura e a profundidade dos grãos remanescentes determinaram o ângulo de repouso pela Equação 1, como apresentado por Nunes et al. (2014).



**Figura 1.** Equipamento utilizado para a determinação do ângulo de repouso, sendo largura 12,5 cm; altura, 19,5 cm e profundidade 12,0 cm.

$$A. R. = \text{arc } tg(h/d) \quad (1)$$

onde:

A.R.: ângulo de repouso, em graus.

h: altura do talude dos grãos remanescentes, cm.

d: largura do talude dos grãos remanescentes, cm.

#### 4.3.3 - Massa específica aparente ( $P\alpha$ )

Para a determinação da massa específica aparente, foi utilizado a metodologia proposta por Araújo et al. (2014), com um copo medidor de peso hectolítrico de 1 litro

(Figura 2). Para cada amostragem, o produto foi acondicionado no recipiente para obtenção do volume e em seguida este recipiente foi pesado em uma balança de precisão com precisão de duas casas decimais da marca Gehaka e modelo 4000. A massa específica aparente foi obtida em  $\text{g/l}^{-3}$  e transformada em  $\text{kg.m}^{-3}$ .



**Figura 2.** Equipamento de determinação de Peso Hectolítrico.

#### 4.3.6 - Massa específica unitária ( $P\mu$ )

A determinação da massa específica unitária foi realizada pelo método de deslocamento de líquido; fazendo-se uso de: balão volumétrico de 50 mL, proveta de 50 mL, bureta para quantificação do óleo de soja a ser utilizado, haste e garra, além de outras vidrarias. Foram utilizados 100 grãos para cada uma das três repetições, com massa determinada por uma balança de precisão de duas casas decimais, de acordo com Couto et al (1999). Foi-se utilizado óleo de soja, por esse ser pouco absorvido pelos grãos, o óleo foi então derramado sobre uma massa de grãos previamente determinada visando obter o volume dos grãos no balão, a obtenção da massa específica unitária calculada com a Equação 2.

$$\rho\mu = \frac{m}{v} \quad (2)$$

onde:

$\rho\mu$ : massa específica unitária,  $\text{kg.m}^{-3}$ ;

$m$ : massa de grãos, g; e

$v$ : volume dos grãos,  $\text{m}^3$ .

#### 4.3.4 - Índice de contração da massa de grãos ( $\Psi_m$ )

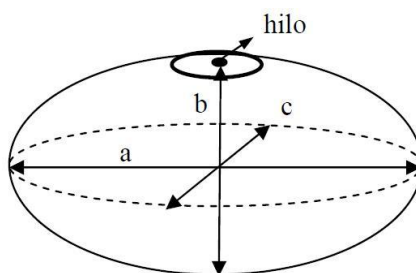
Na determinação do índice de contração da massa de grãos foram efetuadas medidas do volume das amostras no início, durante e ao final do processo de secagem. Para tal, foram colocadas em peneiras separadamente, 250 mL do produto previamente medidos em uma proveta. A cada análise, este produto era retirado da peneira e medido novamente com a proveta de 250 mL. Dessa forma, o índice foi determinado pela relação entre o volume obtido nas medições e o volume inicial, seguindo a metodologia utilizada por Resende (2006).

#### 4.3.5 - Massa de mil grãos ( $m_{1000}$ )

Ao longo da secagem, para cada teor de água obtido, foram determinados os valores da massa de mil grãos, de acordo com a Regra para Análise de Sementes (RAS), foram utilizadas oito repetições de 100 grãos, contados manualmente ao acaso com o uso de uma pinça. Os grãos de cada repetição foram pesados para obtenção da massa, em uma balança com precisão de dois dígitos da marca Gehaka e modelo BG 4000. (BRASIL, 2009).

#### 4.3.7 - Forma e tamanho

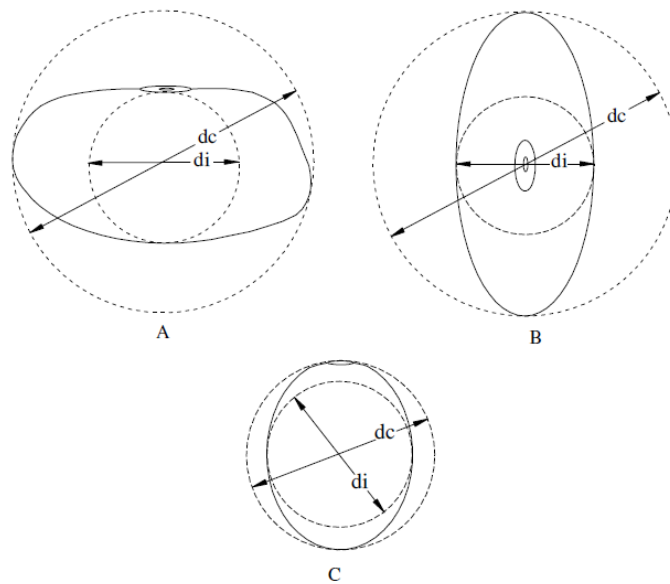
Para análise das forme e tamanho, a cada hora os grãos foram considerados como esferóides e foram analisadas suas medidas de suas dimensões físicas em trinta grãos retirados ao acaso para cada amostra. As medidas foram feitas com a utilização de um paquímetro digital - Digimess, conforme o esquema proposto por Mohsenin (1986), apresentado de maneira sucinta pela Figura 3.



**Figura 3.** Esquema apresentando as dimensões físicas dos grãos de feijão, considerados como esferóides-oblatos, onde a: comprimento, b: espessura e c: largura. Fonte: Resende (2006).

Os valores de circularidade foram calculados com base na Equação 3 seguindo o esquema da Figura 4.





**Figura 4.** Representação dos grãos de feijão nas três posições de projeção, (A) maior eixo,  $Cr_1$ ; (B) eixo médio,  $Cr_2$ ; e (C) menor eixo,  $Cr_3$ . Resende 2006.

$$Cr = \frac{di}{dc} \cdot 100 \quad (3)$$

Onde:

$Cr$ : circularidade, %;

$di$ : diâmetro do maior círculo inscrito, mm; e

$dc$ : diâmetro do menor círculo circunscrito, mm.

De acordo com a Figura 4 podemos dizer que:  $Cr_1$ ;  $Cr_2$ ;  $Cr_3$ .

$Cr_1$ : circularidade em relação ao maior eixo, %;

$Cr_2$ : circularidade em relação ao eixo médio, %; e

$Cr_3$ : circularidade em relação ao menor eixo, %;

O cálculo da esfericidade dos grãos de feijão foi feito com base na seguinte Equação

4:

$$Es = \left[ \frac{(a \cdot b \cdot c)^{1/3}}{a} \right] \cdot 100 \quad (4)$$

Onde:

$Es$ : esfericidade, %;

$a$ : maior eixo do grão, mm;

$b$ : eixo médio do grão, mm; e

$c$ : menor eixo do grão, mm.

#### 4.3.8 – Porosidade (P)

Uma vez determinados os valores da massa específica unitária e da massa específica aparente, a determinação do espaço intergranular foi feita com base na Equação 5, proposta por Resende (2006).

$$P = 1 - \frac{P\mu}{P\alpha} \quad (5)$$

onde:

$P$  = porosidade, decimal;

$P\mu$ : massa específica unitária,  $\text{kg.m}^{-3}$ ;

$P\alpha$ : massa específica aparente,  $\text{kg.m}^{-3}$ .

#### 4.3.9 - Índice de contração volumétrica unitária ( $\Psi$ )

Ao longo do processo de secagem foram selecionados ao acaso 10 grãos de cada amostra, esses tiveram seus três eixos ortogonais medidos, obtendo as dimensões de largura, comprimento e espessura. As dimensões obtidas foram representadas pelas variáveis  $a$ ,  $b$ , e  $c$  (comprimento, espessura e largura respectivamente) estabelecidas no Figura 3. Essas medidas serão utilizadas no cálculo do volume, conforme proposto por Mohsenin (1986) através da Equação 6.

$$Vg = \frac{\pi \cdot (a \cdot b \cdot c)}{6} \quad (6)$$

A variação do volume, ou seja, o volume obtido após a secagem em relação ao volume inicial forneceu o índice de contração volumétrica unitária dos grãos, como proposto na Equação 7.

$$\Psi = \frac{Vg}{Vgo} \quad (7)$$

onde:

$\Psi$ : índice de contração volumétrica unitária dos grãos, decimal;

$Vg$ : volume do grão ao longo da secagem,  $\text{mm}^3$ ;

$Vgo$ : volume inicial do grão,  $\text{mm}^3$ .

### 4.4 - Qualidade tecnológica

#### 4.4.1 - Armazenamento

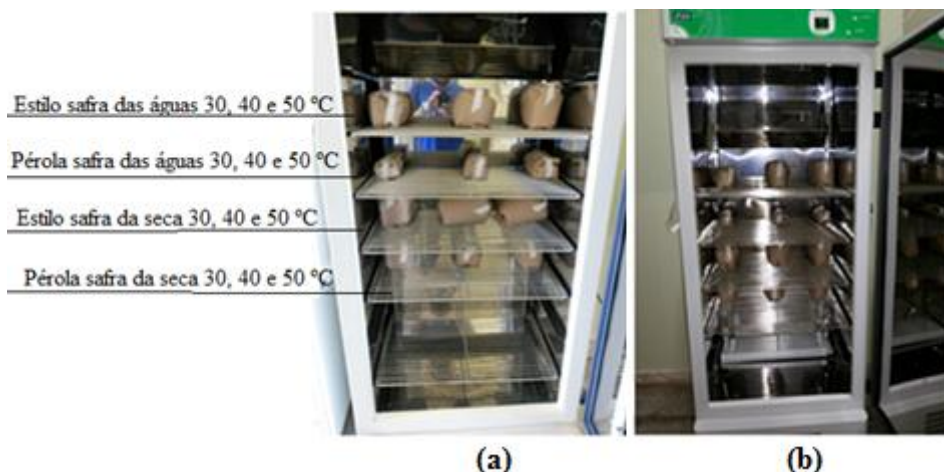
Após a secagem, o material proveniente da safra das águas ficou armazenado em uma câmara de refrigeração à 5 °C a fim de permanecer sem sofrer alterações até a data em que se tornou possível o início da etapa de armazenamento (03/03), para avaliação. As amostras das cultivares foram armazenadas em câmaras incubadoras do tipo BOD da marca Nova Ética e modelo 411D com temperaturas de 15 °C e 25 °C, em embalagens de 1 litro constituídas de papel kraft.

As amostras foram analisadas nos tempos: 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses de armazenamento. Os parâmetros de qualidade que foram analisados foram: teor de água ao longo da armazenagem, tempo de cocção, condutividade elétrica, absorção de água e germinação. Na Tabela 1 são apresentados os períodos em que ocorreram as análises qualitativas, ao longo do tempo.

**Tabela 1.** Período em que foram realizadas as análises qualitativas para a safra das águas.

| Tempo de Armazenamento (meses) | Período da análise – safra das águas |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 0                              | 03/03 a 05/03                        |
| 1                              | 06/04 a 08/04                        |
| 2                              | 03/05 a 05/05                        |
| 3                              | 03/06 a 05/06                        |
| 4                              | 03/07 a 05/07                        |
| 5                              | 03/08 a 05/08                        |
| 6                              | 03/09 a 05/09                        |
| Tempo de Armazenamento (meses) | Período da análise – safra da seca   |
| 0                              | 06/07 a 08/07                        |
| 1                              | 03/08 a 05/08                        |
| 2                              | 03/09 a 05/09                        |
| 3                              | 05/10 a 07/10                        |
| 4                              | 02/11 a 04/11                        |
| 5                              | 07/12 a 11/12                        |
| 6                              | 04/01 a 06/01                        |

Em cada BOD (mantidas uma a 15°C e a outra a 25°C), foram estocados três sacos de papel kraft, correspondendo a amostras referentes as três temperaturas de secagem (30, 40 e 50°C) para cada cultivar (Estilo e Pérola) e safra (águas e seca), totalizando doze envelopes por BOD, como apresentado na Figura 5. Em cada tempo de armazenamento (de 0 a 6 meses) foram retiradas amostras de cada saco, para realização das análises citadas, sempre com três repetições. Em cada envelope, entravam-se aproximadamente um volume de 500 mL de sementes. Os envelopes foram dispostos na mesma ordem para as duas BODs, de acordo com a Figura 5.



**Figura 5.** Câmara BOD à 15 °C (a) e câmara BOD à 25 °C (b).

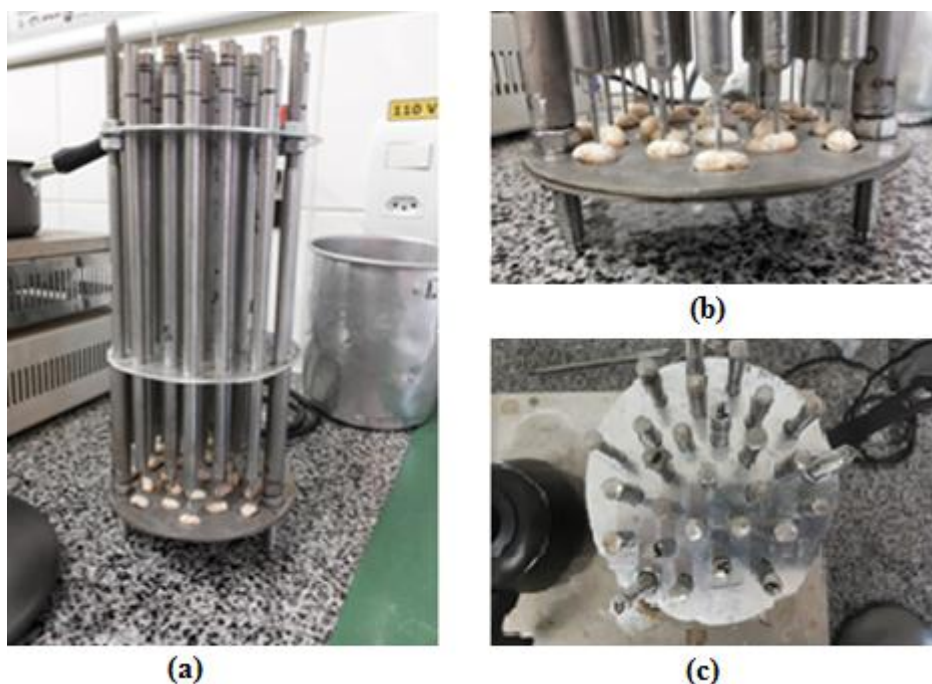
#### **4.4.2 - Teor de água durante a armazenagem**

O teor de água foi determinado conforme a metodologia já descrita no item 4.3.1.

#### **4.4.3 - Tempo de cocção**

Em cada período de avaliação, o tempo de cocção foi determinado conforme a metodologia utilizada por Resende (2006), com o uso de um cozedor de Mattson. Essa metodologia utiliza o equipamento ilustrado na Figura 6, o qual foi confeccionado com barras e chapa em aço inox. O equipamento é composto de 25 barras de aço inox, com 8 milímetros de diâmetro e peso individual de 90 g, na extremidade de cada barra havia uma ponta mais fina com 1,5 milímetros de diâmetro e 1,5 centímetros de comprimento. Na chapa inferior, existem 25 furos redondos de 2 mm, sendo que anexa e acima a essa chapa, existe uma outra com furos oblongos com dimensões de 8 por 12 milímetros, para acomodação dos grãos. O aparelho cozedor de mattson também foi construído seguindo as dimensões e medidas propostas por Resende (2006).

Em cada orifício oblongo foi posicionado um grão e sobre cada um destes foi posicionado perpendicularmente uma barra. Esta estrutura foi então imersa em um recipiente metálico contendo um litro de água em estado de ebulição que foi sempre mantida em volume constante. O grão foi considerado cozido no momento em que a haste o atravessou. O tempo considerado para o cozimento da amostra foi aquele que marca a cocção do 13º grão em um total de 25.



**Figura 6.** Imagem frontal de um cozedor de Mattson (a) e o posicionamento dos grãos de feijão (b) superior (c).

#### 4.4.4 – Germinação

Os testes de germinação foram realizados de acordo com a metodologia apresentada em Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para cada um dos tratamentos de secagem e armazenamento foram utilizados quatro repetições de 50 sementes contadas ao acaso, como substrato foi utilizado o papel tipo “Germitest” umedecido com água destilada, em uma quantidade de duas vezes e meia o peso dos papéis. As sementes foram colocadas para germinar à temperatura de 25 °C, em um germinador tipo Eletrolab modelo horizontal. A contagem de sementes germinadas ocorreu após cinco dias da montagem do teste e o resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais.

#### 4.4.5 - Condutividade elétrica

A condutividade elétrica foi determinada, para cada amostra, através da leitura de um condutivímetro após as amostras terem sido imersas em 80 mL de água destilada e mantidas em uma câmara com temperatura controlada a 25 °C durante 24 horas. Para tal, foram necessárias 4 repetições de 50 grãos, conforme foi citado por Vieira e Krzyzanowski (1999).

#### 4.4.5 - Absorção de água

O procedimento para determinação da absorção de água, seguindo a metodologia proposta por Abreu et al. (2002), consistiu na imersão das amostras em água destilada durante

8 horas. Foi utilizado um becker com capacidade de 100 mL contendo 80 mL de água destilada e os 25 grãos que foram contados aleatoriamente e tiveram sua massa determinada. Durante o procedimento de embebição as amostras ficaram em uma câmara incubadora tipo BOD à 25°C.

Após o período de embebição, as amostras foram colocadas sobre papel filtro para escorrimento da água superficial durante 2 minutos e a seguir tiveram suas massas determinadas, como proposto por Abreu et al. (2002). O teor de água foi obtido utilizando a Equação 8.

$$U = \frac{Me - Ms}{Ms} \quad (8)$$

onde:

$U$  = teor de água da massa de grãos, (decimal b.s.);

$Me$  = massa depois da embebição, g;

$Ms$  = massa antes da embebição, g.

#### 4.5 – Análise estatística

O experimento foi caracterizado como delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas constituídas pelas três temperaturas de secagem (30, 40 e 50 °C); as subparcelas constituídas pelas duas temperaturas de armazenagem (15 e 25 °C); e as subsubparcelas constituídas pelos sete tempos de armazenagem (0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses), com três repetições, exceto para os testes de condutividade elétrica e germinação que foram feitos em quatro repetições.

A partir da análise da variância, resultados das propriedades físicas do feijão tiveram suas curvas ajustadas por meio da análise de regressão, para cada cultivar e safra em separado. Os dados relativos a qualidade tecnológica do feijão tiveram as diferenças entre médias avaliadas pelo teste Tukey, ao nível de significância de 5%, para cada cultivar e safra em separado. Os dados qualitativos e quantitativos foram processados com a utilização do software *Assistat*.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 – Secagem

Ao se iniciar a secagem, o teor de água médio dos grãos de feijão da safra das águas foi de 0,23 (decimal b.s.) para a cultivar Estilo e 0,31 (decimal b.s.) para a cultivar Pérola. O teor de água médio da safra da seca foi de 0,19 (decimal b.s.) para a cultivar Estilo e 0,20 (decimal b.s.) para a cultivar Pérola. O teor de água dos grãos da safra da seca tende a ser menor no ponto de colheita, devido ao controle da aspersão, enquanto a safra das águas é muito dependente de condições climáticas. Esse controle otimiza o processo de colheita e possivelmente a qualidade final do produto.

A etapa de secagem dos grãos colhidos em fevereiro – safra das águas – foi iniciada em 30/01 e finalizada no dia 06/02. Os grãos colhidos em julho – safra da seca - tiveram sua secagem iniciada em 06/07 e finalizada em 09/07, sendo que no dia 10/07 foi iniciada a etapa de armazenagem. Na Tabela 2 é apresentado os teores de água dos grãos para as duas cultivares.

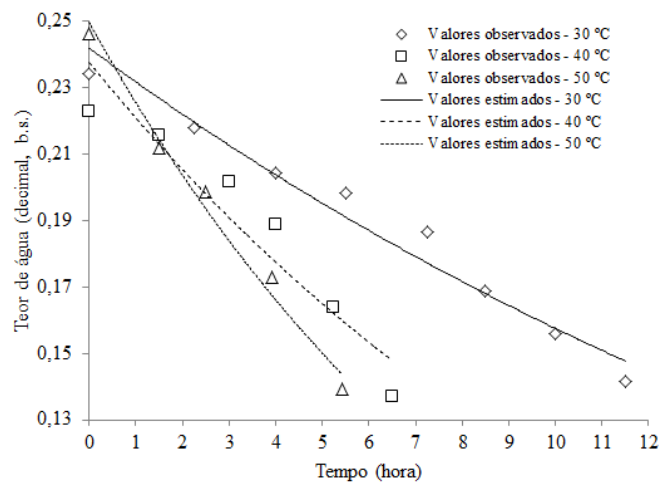
**Tabela 2.** Valores médios do teor de água (b.s) experimentais iniciais e finais dos grãos das cultivares Estilo e Pérola, para as duas diferentes realizadas.

| Temperatura    | Teor de água (decimal, b.s.) |        |               |        |
|----------------|------------------------------|--------|---------------|--------|
|                | Safra das águas              |        | Safra da seca |        |
| Secagem à 30°C | Estilo                       | Pérola | Estilo        | Pérola |
| Inicial        | 0,23                         | 0,31   | 0,19          | 0,20   |
| Final          | 0,14                         | 0,14   | 0,14          | 0,14   |
| Secagem 40°C   | Teor de água (decimal, b.s.) |        |               |        |
| Inicial        | 0,22                         | 0,29   | 0,19          | 0,20   |
| Final          | 0,14*                        | 0,14   | 0,13          | 0,14   |
| Secagem 50°C   | Teor de água (decimal, b.s.) |        |               |        |
| Inicial        | 0,25                         | 0,32   | 0,19          | 0,20   |
| Final          | 0,14**                       | 0,14   | 0,14          | 0,14   |

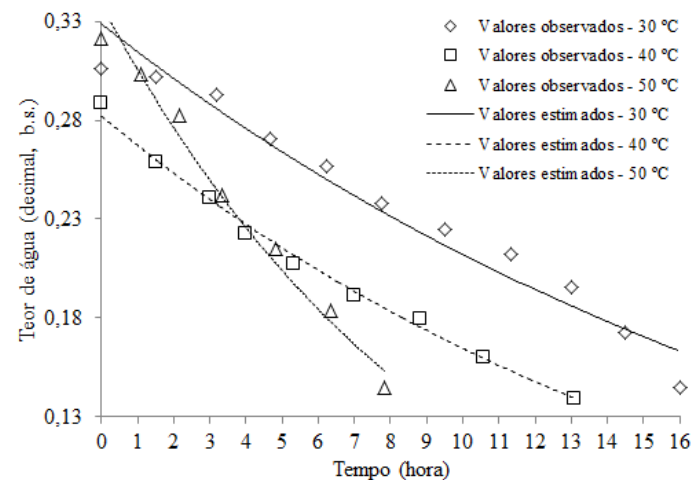
\* - a secagem foi realizada com um período de interrupção de 14 horas e posterior finalização; \*\* - a secagem foi realizada com um período de interrupção de 16 horas e posterior finalização.

Na Figura 7 são apresentadas as médias dos valores de teor de água avaliados durante o processo de secagem dos grãos das cultivares Estilo e Pérola, para as temperaturas de 30, 40 e 50°C, ao longo do tempo de secagem, para as duas safras.

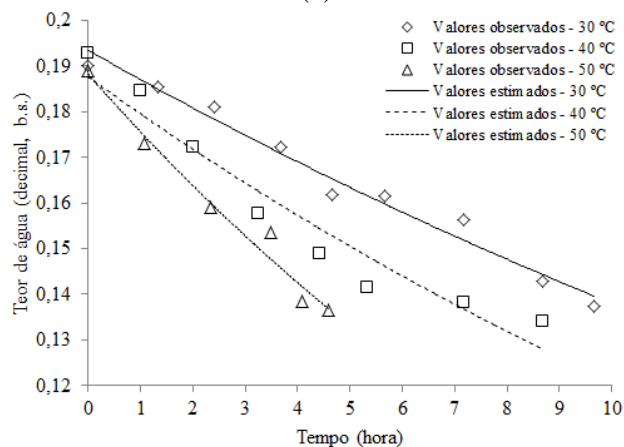
Para o feijão colhido na safra das águas, a cultivar Pérola, Figura 7 (b), apresentou maior teor de água inicial, 0,31 (decimal, b.s.), necessitando de mais tempo de secagem para a temperatura de 30 °C e menos tempo de secagem para a secagem a 50 °C.



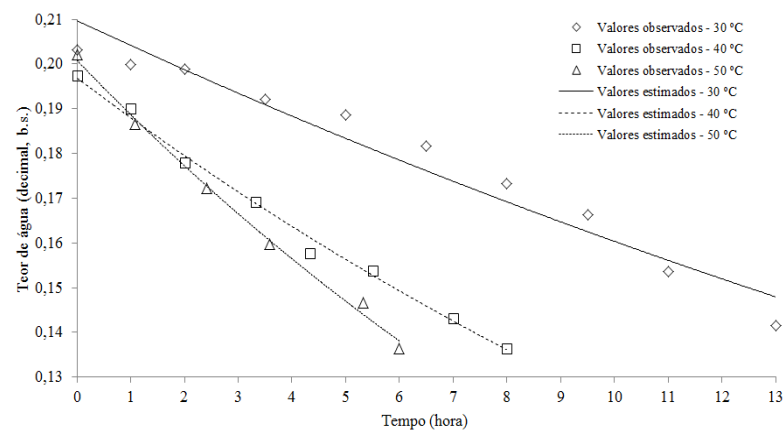
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 7.** Valores experimentais e estimados do teor de água (decima, b.s) em função do tempo de secagem, para diferentes temperaturas, para: (a) cultivar Estilo da safra das águas; (b) cultivar Pérola da safra das águas; (c) cultivar Estilo da safra da seca e (d) cultivar Pérola da safra da seca.



Para o feijão colhido na safra da seca, com teor de água inferior, observou-se que para a cultivar Estilo, Figura 7 (c), com teor de água inicial de 0,19 (decimal b.s.), foram gastos 9 horas e 40 minutos à 30°C, caindo para 8 horas e 40 minutos à 40 °C e 4 horas e 35 minutos à 50°C. Em se tratando da cultivar Pérola, Figura 7 (d) foi observado 13 horas para a secagem à 30°C, 8 horas para a secagem à 40°C e 7 horas e 30 minutos para a secagem à 50°C.

Tal comportamento era esperado e confirmado por diversos autores, Almeida et al. (2009) analisou a cinética de secagem do feijão adzuki para as temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70 °C necessitando respectivamente 49,0; 23,0; 16,5; 10,0 e 7,0 horas para a secagem, enquanto Corrêa et al. (2007) analisou as temperaturas de 35, 45 e 55 °C e alcançando o teor de água final de 0,14 (b.s.) em 20,0; 8,0 e 5,3 horas, respectivamente.

Analisando o tempo total que cada cultivar levou para secar até o teor de água preconizado, foi possível montar uma relação com a taxa de perda de água para cada cultivar e temperatura, utilizando a Equação 9. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

$$T = \frac{U - U'}{h} \quad (9)$$

onde:

*T*: Taxa de perda de água do produto, teor de água (% , b.s.)/h;

*U*: Teor de água Inicial, % (b.s.);

*U'*: Teor de água Final, % (b.s.).

*H*: Tempo gasto na secagem

**Tabela 3.** Relação da taxa de redução do teor de água com a cultivar e a temperatura de secagem.

| Safra     | Cultivar | Temperatura de secagem | Taxa de perda de água (%/h) |
|-----------|----------|------------------------|-----------------------------|
| Das águas | Estilo   | 30°C                   | 0,80                        |
|           |          | 40°C                   | 1,23                        |
|           |          | 50°C                   | 1,97                        |
|           | Pérola   | 30°C                   | 1,06                        |
|           |          | 40°C                   | 1,15                        |
|           |          | 50°C                   | 2,29                        |
| Da seca   | Estilo   | 30°C                   | 0,52                        |
|           |          | 40°C                   | 0,69                        |
|           |          | 50°C                   | 1,09                        |
|           | Pérola   | 30°C                   | 0,46                        |
|           |          | 40°C                   | 0,75                        |
|           |          | 50°C                   | 1,00                        |

Com base na Tabela 3, foi notado o aumento da taxa de secagem dos grãos em consequência do aumento da temperatura do ar de secagem. Em contrapartida foi observado que os grãos com maior teor de água inicial obtiveram maior taxa de perda de água, como foi o caso das cultivares Estilo e Pérola colhidos na safra das águas, enquanto grãos com teor de água inicial menor tiveram menores taxas de perda de água. Comportamentos e resultados semelhantes haviam sido apresentados por Resende (2006), Resende et al. (2010), Almeida et al. (2009) e Oliveira et al. (2014).

Na Tabela 4 apresentam as equações de regressão que como pode ser visto, tiveram resultados significativos para todos os testes, bem como os ajustes dos modelos exponenciais, que apresentaram coeficiente de determinação próximos ou maiores que 0,90. Valores e comportamentos semelhantes foram apresentados para a cultura do feijão por Resende et al. (2006); Resende et al. (2010); Corrêa et al. (2002); e Corrêa et al. (2007).

**Tabela 4.** Resultados das análises de variância e regressão para as curvas de secagem dos grãos em três temperaturas do ar de secagem.

| Temperatura          | Cultivar                  |                           |                           |                           |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                      | Safra das águas           |                           | Safra da seca             |                           |
| Secagem a 30 °C      | Estilo                    | Pérola                    | Estilo                    | Pérola                    |
| <b>Regressão</b>     | $y = 0,2419e^{-0,043x**}$ | $y = 0,329e^{-0,044x**}$  | $y = 0,1935e^{-0,034x**}$ | $y = 0,2097e^{-0,027x**}$ |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9658                    | 0,9507                    | 0,9773                    | 0,9503                    |
| <b>F</b>             | 277,9033                  | 109,5309                  | 797,0390                  | 796,472                   |
| <b>CV (%)</b>        | 1,74                      | 3,73                      | 2,15                      | 2,25                      |
| Secagem a 40 °C      | Estilo                    | Pérola                    | Estilo                    | Pérola                    |
| <b>Regressão</b>     | $y = 0,2377e^{-0,073x**}$ | $y = 0,282e^{-0,054x**}$  | $y = 0,1876e^{-0,044x**}$ | $y = 0,1991e^{-0,048x**}$ |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,8983                    | 0,9949                    | 0,9368                    | 0,9817                    |
| <b>F</b>             | 148,1639                  | 44,3189                   | 283,6083                  | 66,0077                   |
| <b>CV (%)</b>        | 2,39                      | 1,08                      | 1,43                      | 2,94                      |
| Secagem a 50 °C      | Estilo                    | Pérola                    | Estilo                    | Pérola                    |
| <b>Regressão</b>     | $y = 0,2498e^{-0,102x**}$ | $y = 0,3383e^{-0,101x**}$ | $y = 0,1882e^{-0,07x**}$  | $y = 0,1975e^{-0,053x**}$ |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9832                    | 0,9815                    | 0,9703                    | 0,9809                    |
| <b>F</b>             | 194,3173                  | 37,9941                   | 62,5581                   | 202,3420                  |
| <b>CV (%)</b>        | 2,59                      | 1,27                      | 2,81                      | 1,79                      |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

## 5.2 - Propriedades físicas

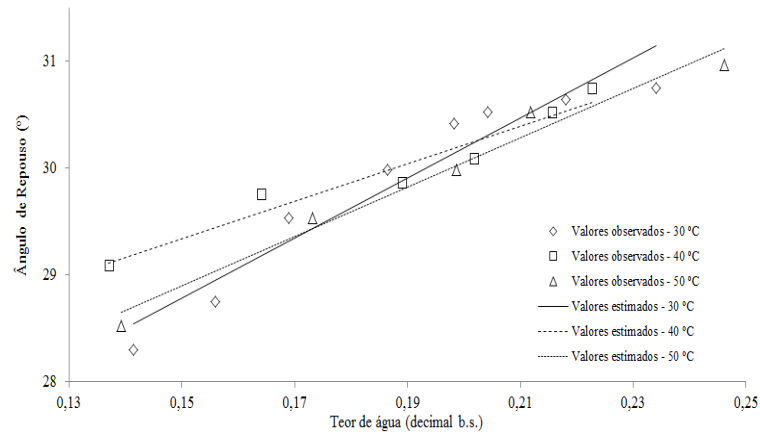
### 5.2.1 - Ângulo de repouso (A.R.)

Na Figura 8 são apresentados os valores experimentais e estimados pelo modelo linear simples para o ângulo de repouso.

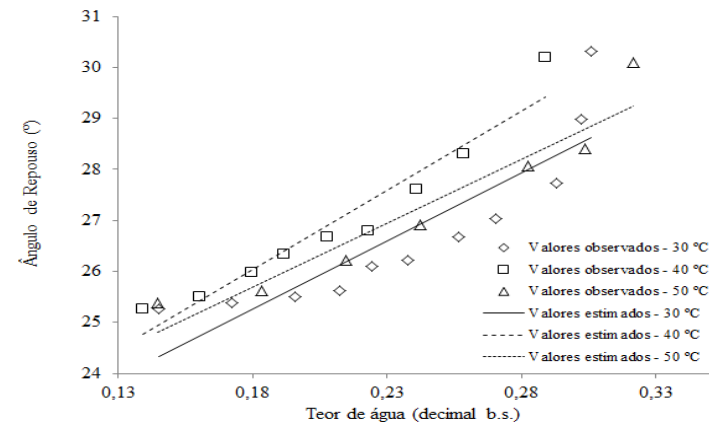
A Figura 8 (a) apresenta os valores de ângulo de repouso para a cultivar Estilo da safra das águas, em que é possível observar o comportamento linear para as três temperaturas de secagem. Analisando a disposição dos dados, notou-se que para a secagem a 30 °C o produto passou de 0,19 para 0,12 (decimal b.s.) com uma redução de 7,96 % no ângulo de repouso; A secagem à 40 °C passou de 0,19 para 0,13 (decimal b.s.) e promoveu uma redução de 5,38 % no ângulo de repouso; por sua vez o produto seco à 50 °C teve reduções de 7,87 % no ângulo de repouso quando o produto passou de 0,19 para 0,12 (decimal b.s.). A menor variação do ângulo de repouso obtida pela secagem à 40 °C pode ser justificada pela menor perda do teor de água ao final da secagem, conservando mais as características físicas do produto, como citado por Lanaro et al. (2011).

Os valores de ângulo de repouso obtidos pela cultivar Pérola da safra das águas foram apresentados na Figura 8 (b), para a secagem a 30 °C observou-se que a redução do ângulo de repouso para a secagem a 30 °C foi de 16,72 % quando o produto passou de 0,24 para 0,14 (decimal b.s.), o mesmo produto seco a 40 °C teve uma variação de 16,37 % para a secagem de 0,22 para 0,12 (decimal b.s.); para a secagem a 50 °C a redução do ângulo de repouso foi de 15,66 % quando o produto variou o teor de água de 0,24 para 0,13 (decimal b.s.). As maiores variações da cultivar Pérola da safra das águas em relação a cultivar Estilo da safra das águas podem ser explicadas pelo maior tempo de secagem a que a cultivar Pérola foi submetida em virtude do maior teor de água inicial que provocam maiores alterações das propriedades dos grãos, resultados semelhantes já haviam sido encontrados por outros autores (FARONI et al. 2006; OLIVEIRA NETO et al. 2010; LANARO et al. 2011).

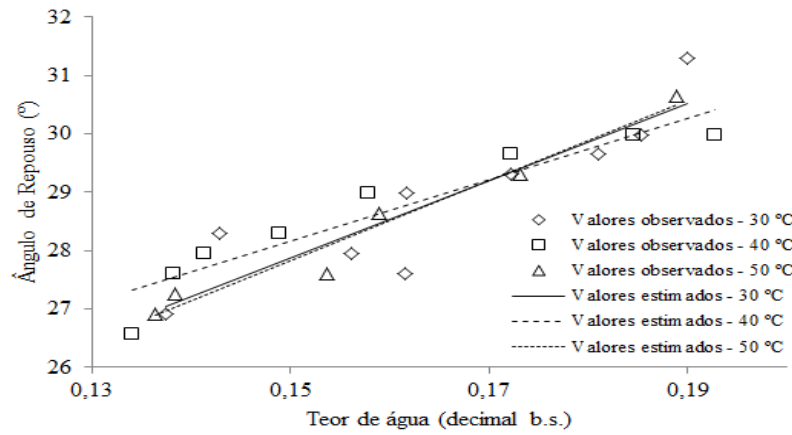
A Figura 8 (c) apresenta os valores de ângulo de repouso da cultivar Estilo da safra da seca. Essa cultivar teve no processo de secagem uma redução do teor de água de 0,19 para 0,14 (decimal b.s.) para as três temperaturas, onde a 30 °C o produto teve uma redução de 9,72 % no ângulo de repouso; acompanhado de uma redução de 10,49 % para secagem a 40 °C e 10,05 % para a secagem a 50 °C. A Figura 8 (d) apresenta os valores de ângulo de repouso para a cultivar Pérola da safra da seca, em que o produto apresentou respectivamente para as temperaturas de secagem de 30, 40 e 50 °C reduções do ângulo de repouso de 13,12; 13,56 e 13,66 % em consequência da queda do teor de água de 0,20 para 0,14 (b.s.).



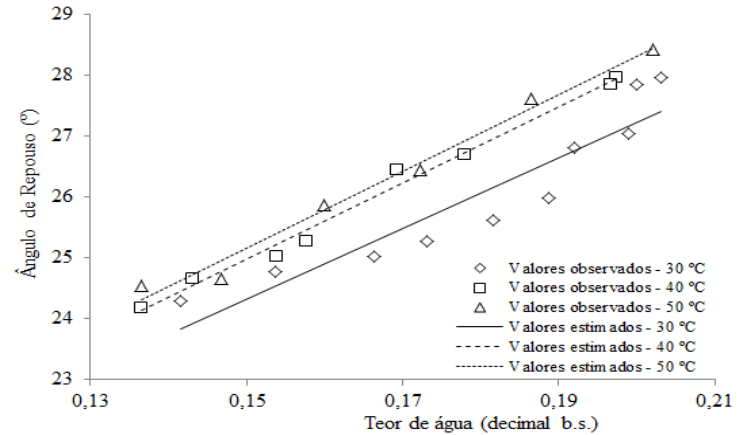
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 8.** Valores experimentais e estimados do ângulo de repouso, em graus, em função do tempo de secagem, para diferentes temperaturas, para: (a) cultivar Estilo da safra das águas; (b) cultivar Pérola da safra das águas; (c) cultivar Estilo da safra da seca e (d) cultivar Pérola da safra da seca.

O ângulo de repouso apresentou comportamento e valores semelhantes aqueles encontrados por outros trabalhos com feijão, como Oliveira Neto et al. (2010), Lanaro et al. (2011) e também outras culturas como café (SILVA et al. 2006), arroz e milho (COSTA et al. 2013) e amendoim (ARAÚJO et al. 2014), onde houve decréscimo a medida que ocorreu perda de água, comprovando que esta característica sofre forte influência do teor de água, para diversos tipos de grãos. Os valores apresentados pelas cultivares da safra das águas foram ligeiramente superiores aqueles apresentados pela safra das secas, da mesma forma que os valores apresentados pela cultivar Estilo apresentaram valores superiores à cultivar Pérola. Tais diferenças podem ser influenciadas pelo tamanho, forma, teor de água, constituição externa dos grãos, temperatura de secagem e limpeza da massa de grãos (SILVA et al. 2006; NUNES et al. 2014).

De um modo geral, os grãos das duas safras apresentaram valores bem superiores aqueles encontrados por Lanaro et al. (2011), que estudou as propriedades físicas do feijão fradinho (*Vigna unguiculata*), encontrando ângulo de repouso de 23° para grãos com teor de água de 13,5 % b.s. Possivelmente essa diferença pode ser explicada pelas menores dimensões físicas dos grãos do feijão fradinho. Oliveira Neto (2010) encontrou ângulos de 29° para teores de água de 12,35 % b.s. para o feijão Engopa Ouro. O mesmo fator pode ser utilizado para explicar as diferenças de ângulos de repouso entre as cultivares, ou mesmo entre as mesmas cultivares de diferentes épocas, onde grãos com dimensões maiores são capazes de sustentar maiores ângulos de repouso.

Os coeficientes de determinação das cultivares Estilo e Pérola provenientes das duas safras estão apresentados na Tabela 5, apresentando todos comportamentos semelhantes ao encontrados por Oliveira Neto et al. (2010), Lanaro et al. (2011). Silva et al. (2006) considera como um dos fatores dos grãos com maior teor de água possuírem maiores ângulos de repouso à rugosidade de suas superfícies. Ainda é possível observar os baixos coeficientes de variação obtidos pelos testes de ângulo de repouso.

**TABELA 5.** Resultados das análises de variância e regressão para os testes de ângulo de repouso em três temperaturas do ar de secagem dos grãos de feijão Estilo e Pérola de duas diferentes safras.

| Temperatura          | Cultivar               |                        |                        |                        |
|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                      | Safra das águas        |                        | Safra da seca          |                        |
| Secagem 30 °C        | Estilo                 | Pérola                 | Estilo                 | Pérola                 |
| <b>Regressão</b>     | y = 24,585 + 28,016U** | y = 20,464 + 26,636U** | y = 18,015 + 65,746U** | y = 15,643 + 57,879U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9210                 | 0,7755                 | 0,8069                 | 0,8762                 |
| <b>F</b>             | 8,9108                 | 113,9322               | 5,4057                 | 20,1691                |
| <b>CV (%)</b>        | 1,79%                  | 0,98%                  | 2,51%                  | 1,91%                  |
| Secagem 40 °C        | Estilo                 | Pérola                 | Estilo                 | Pérola                 |
| <b>Regressão</b>     | y = 26,705 + 17,575U** | y = 20,427 + 31,134U** | y = 20,258 + 52,735U** | y = 15,594 + 62,485U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9442                 | 0,9291                 | 0,8936                 | 0,9885                 |
| <b>F</b>             | 19,3125                | 42,947                 | 24,7579                | 73,6341                |
| <b>CV (%)</b>        | 0,78%                  | 1,52%                  | 1,41%                  | 1,12%                  |
| Secagem 50 °C        | Estilo                 | Pérola                 | Estilo                 | Pérola                 |
| <b>Regressão</b>     | y = 25,442 + 23,045U** | y = 21,18 + 25,068U**  | y = 17,542 + 68,617U** | y = 15,712 + 62,991U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9737                 | 0,9147                 | 0,9655                 | 0,9851                 |
| <b>F</b>             | 17,1816                | 39,3863                | 57,763                 | 17,4406                |
| <b>CV (%)</b>        | 1,32%                  | 1,73%                  | 0,93%                  | 2,47%                  |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de tukey.

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

U: teor de água (decimal b.s.)

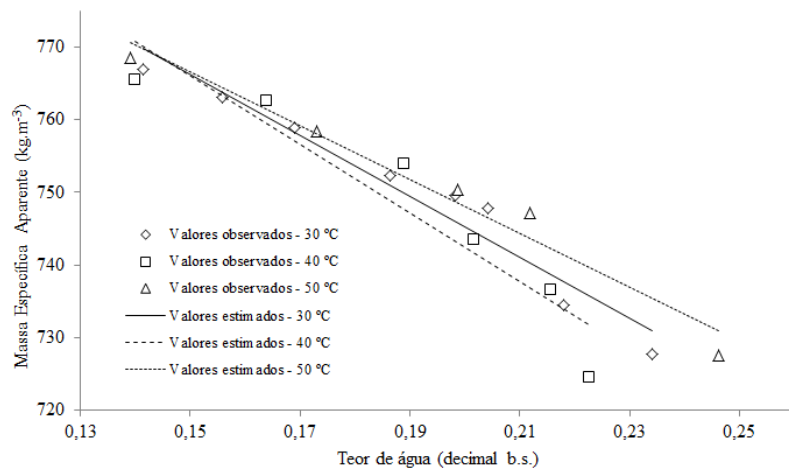
### 5.2.2- Massa específica aparente (Pa)

Os valores da massa específica aparente da safra das águas e da seca são apresentados na Figura 9. Esses valores correspondem aos dados coletados durante à execução do experimento e aos estimados pelo modelo linear simples.

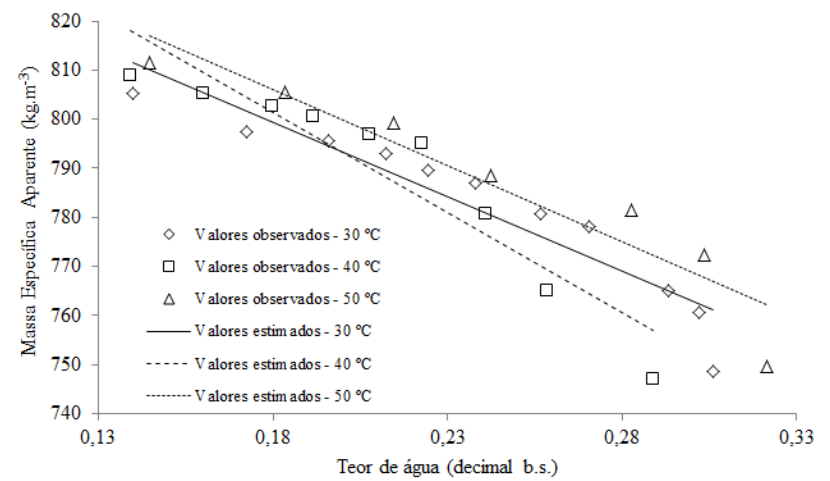
Para a safra das águas, a cultivar Estilo, representada na Figura 9 (a), apresentou acréscimos de 5,41%; 5,67% e 5,63% enquanto a cultivar Pérola, Figura 9 (b) 7,59%; 8,29%; e 8,25 % em seus valores de massa específica aparente, para as temperaturas 30, 40 e 50 °C nesta ordem.

Os resultados para massa específica aparente das cultivares Estilo e Pérola da safra da seca estão representados na Figura 9 (c) e (d). A cultivar Estilo apresentou acréscimos de

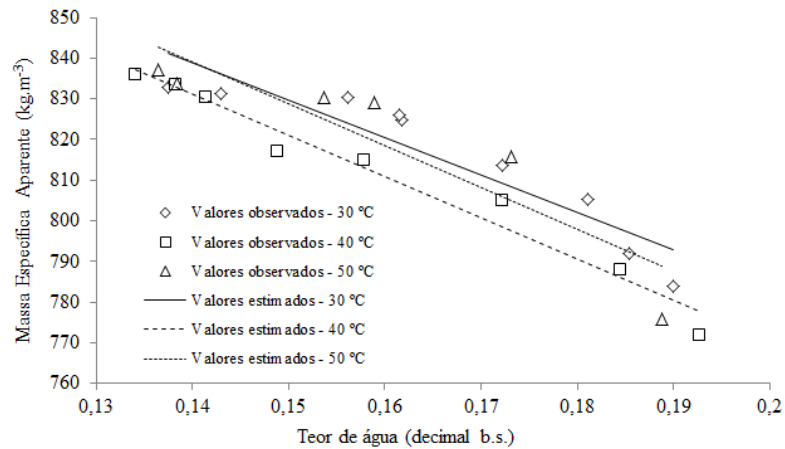
6,24%; 8,31% e 7,88%; já a cultivar Pérola obteve aumentos de 6,52%; 8,98% e 8,21% mutuamente para as temperaturas de 30, 40 e 50.



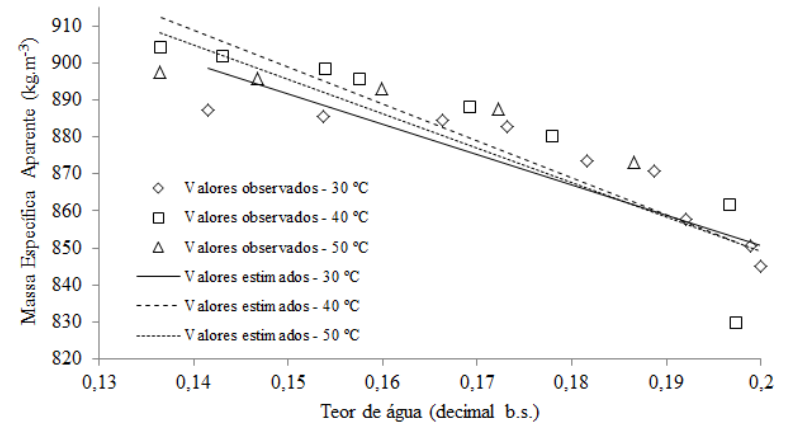
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 9.** Valores experimentais e estimados de massa específica aparente (kg/m<sup>3</sup>), em função do tempo de secagem, para diferentes temperaturas, para: (a) cultivar Estilo da safrá das águas; (b) cultivar Pérola da safrá das águas; (c) cultivar Estilo da safrá da seca e (d) cultivar Pérola da safrá da seca.



Para as duas safras, as cultivares analisadas apresentaram maiores variações da massa específica aparente quando submetidas a secagem à 40 °C. Como apresentado por Couto et al. (1999) há uma série de fatores que influenciam o aumento da massa específica aparente, como temperatura de secagem, danos mecânicos causados aos grãos, variedade e teor de água inicial no processo de secagem, que podem interferir nas variações das propriedades físicas. O aumento da massa específica aparente é resultado da redução das dimensões dos grãos durante o processo de secagem, o que acarreta uma redução na porosidade fazendo com que mais grãos caibam em um mesmo espaço. Lanaro (2011) e Oliveira Neto (2010) apresentaram resultados semelhantes estudando sementes de feijão. Outros grãos como amendoim, arroz em casca e milho apresentaram o mesmo comportamento, segundo Benedetti (1987).

Ao final da secagem as cultivares que apresentaram maior massa específica aparente, foram aquelas provenientes da safra da seca, ao qual aplicou-se a técnica de irrigação por pivô central. Possivelmente, como apresentado por Denículi et al. (1993), a irrigação contribuiu para o estabelecimento da cultura e principalmente para a fase de enchimento de grãos, livrando a cultura de períodos de estiagem que podem comprometer a produção. O uso da irrigação apresentou importante fator para os valores da massa específica aparente para a cultura do trigo (DENÍCULI et al. 1993; TRINDADE et al. 2006; SCALCO et al. 2002). A cultura do feijão carece de estudos similares embora para o presente trabalho, as culturas conduzidas sob irrigação também apresentaram maiores valores da massa específica aparente para o produto seco, como pode ser visto na Figura 9, também pode-se observar que entre as cultivares, para uma mesma safra e para um mesmo valor de umidade, a cultivar Pérola apresentou maiores resultados para a massa específica aparente, em comparação com a cultivar Estilo.

A Tabela 6 apresenta as equações bem como os coeficientes de determinação dos ajustes dos modelos lineares para os testes de massa específica aparente durante a secagem, como observado, os testes apresentaram diferença significativa para as duas cultivares das duas safras e nas três temperaturas de secagem.

**Tabela 6.** Resultados das análises de variância e regressão para os testes de massa específica aparente em três temperaturas do ar de secagem dos grãos de feijão Estilo e Pérola de duas diferentes safras.

| Temperatura          | Cultivares             |                        |                        |                        |
|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                      | Safra das águas        |                        | Safra da seca          |                        |
| Secagem a 30 °C      | Estilo                 | Pérola                 | Estilo                 | Pérola                 |
| <b>Regressão</b>     | y = 829,19 - 419,69U** | y = 853,81 - 302,78U** | y = 967,15 - 916,73U** | y = 1014,5 - 819,8U**  |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9506                 | 0,8907                 | 0,8636                 | 0,7846                 |
| <b>F</b>             | 58,6828                | 49,9624                | 69,9225                | 87,8451                |
| <b>CV (%)</b>        | 0,41                   | 0,55                   | 0,46                   | 0,41                   |
| Secagem a 40 °C      | Estilo                 | Pérola                 | Estilo                 | Pérola                 |
| <b>Regressão</b>     | y = 837,07 - 473,04U** | y = 874,89 - 408,26U** | y = 973,12 - 1014,3U** | y = 1048,8 - 999,62U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,8931                 | 0,8787                 | 0,9696                 | 0,8168                 |
| <b>F</b>             | 81,1317                | 70,7874                | 22,8675                | 148,4968               |
| <b>CV (%)</b>        | 0,41                   | 0,55                   | 1,02                   | 0,41                   |
| Secagem a 50 °C      | Estilo                 | Pérola                 | Estilo                 | Pérola                 |
| <b>Regressão</b>     | y = 822,25 - 370,67U** | y = 862,09 - 310,99U** | y = 982 - 1022U**      | y = 1034,8 - 928,57U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9661                 | 0,8971                 | 0,8167                 | 0,7737                 |
| <b>F</b>             | 64,9678                | 50,4934                | 95,6929                | 101,0332               |
| <b>CV (%)</b>        | 0,44                   | 0,66                   | 0,49                   | 0,51                   |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

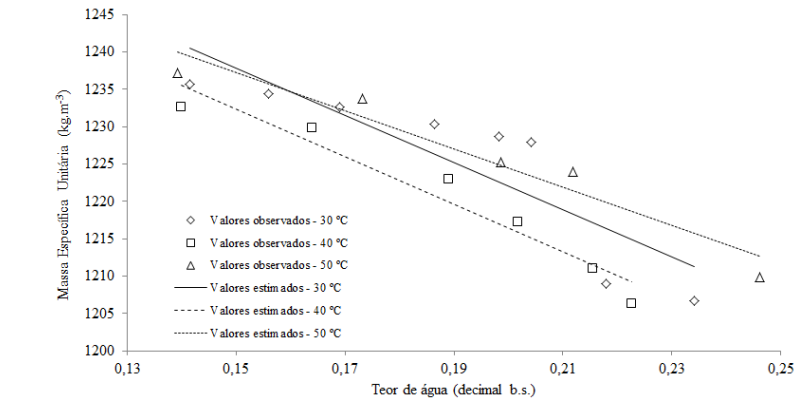
U: teor de água (decimal b.s.)

### 5.2.3 - Massa específica unitária (P<sub>μ</sub>)

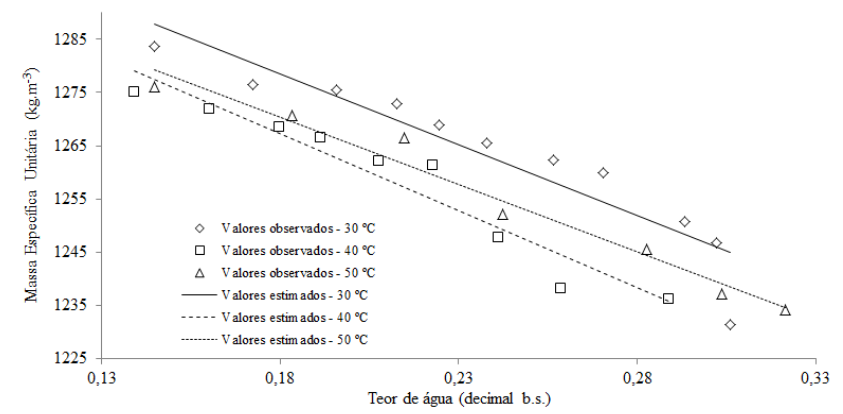
Na Figura 10 são apresentados os resultados experimentais e estimados para a massa específica unitária.

Primeiramente sobre os grãos da safra das águas, podemos notar que para a cultivar Estilo, Figura 10 (a) para a secagem á 30, 40 e 50 °C a massa específica unitária aumentou em 2,41, 2,18 e 2,27%, respectivamente. A cultivar Pérola, Figura 10 (b), teve comportamento semelhante uma vez que teve os valores de massa específica unitária foram acrescidos a medida que ocorreu o processo de secagem e o teor de água foi reduzindo, com variações de 4,23%, 3,15%, e 3,40% para as temperaturas de 30, 40 e 50 °C, respectivamente. Os grãos da safra das secas se comportaram de forma semelhante e apresentaram para a cultivar Estilo, Figura 10 (c), aumentos de 1,84, 2,36 e 2,45% e para a cultivar Pérola. Figura 10 (d) aumentos de 1,54, 1,93 e 1,48%, respectivamente, para as temperaturas de 30, 40 e 50 °C.

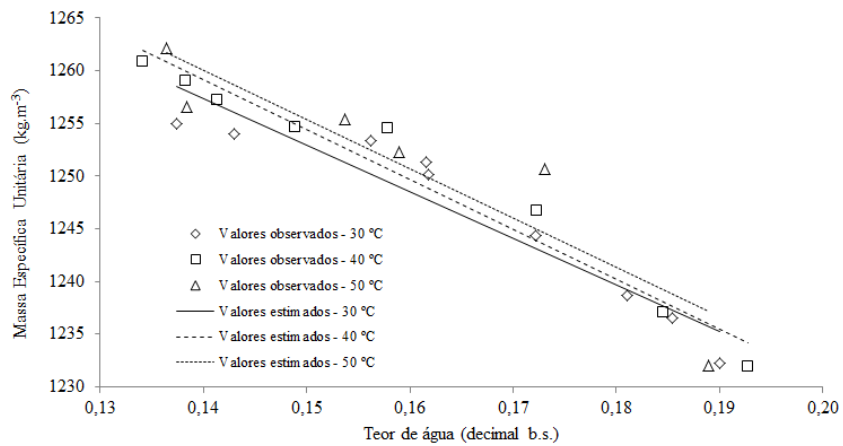
Por fim, foi possível observar que durante o processo de secagem, há um comportamento inverso da massa específica unitária, que aumenta em consequência da redução do teor de água.



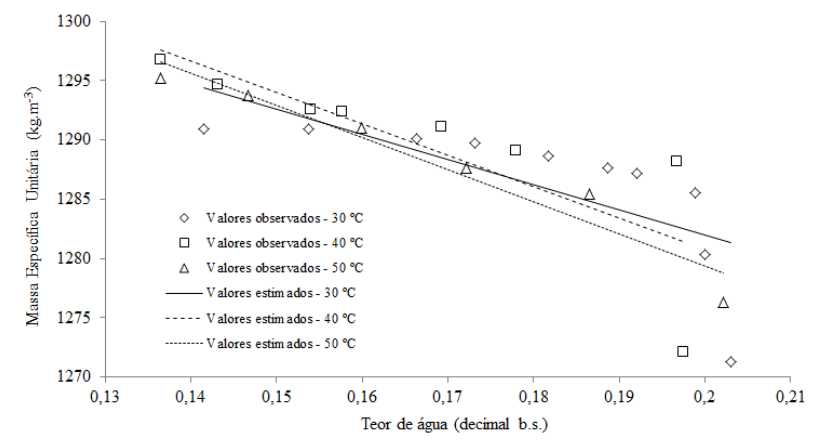
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 10.** Valores experimentais e estimados da massa específica unitária ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), em função do tempo de secagem, para diferentes temperaturas, para: (a) cultivar Estilo da safra das águas; (b) cultivar Pérola da safra das águas; (c) cultivar Estilo da safra da seca e (d) cultivar Pérola da safra da seca.

Analisando os resultados das três temperaturas do ar de secagem sob as duas cultivares das duas safras, foi constatado que não houve efeito da temperatura do ar de secagem na variação da massa específica unitária, como já evidenciado por Oliveira Neto et al. (2010), Couto et al. (1999) e Silva et al. (2006). Para esses autores além da temperatura do ar de secagem, as variações da massa específica unitária durante a secagem ainda podem estar relacionadas com a quantidade de grãos danificados, com o teor de água inicial ou mesmo com o teor de água ao findar da secagem.

Na Tabela 6 apresenta-se os resultados das análises de variância regressão para os testes de massa específica unitária. Por fim, os resultados para a massa específica unitária apresentaram comportamento semelhante aos resultados da massa específica aparente, em que entre as safras, maiores valores foram observados para a safra da seca, provavelmente em função do uso da irrigação, conforme citado anteriormente. Já entre as cultivares, maiores valores foram observados para a cultivar Pérola, em comparação com a cultivar Estilo. O comportamento do produto apresenta semelhança para os estudos com feijão realizados por Lanaro et al. (2011); Oliveira Neto et al. (2010); Silva et al. (2006) e até mesmo para outras culturas como milho, Rufatto et al. (1998), café, Couto et al. (1999), e amendoim, Araújo et al. (2014).

**Tabela 7.** Resultados das análises de variância e regressão para os testes de massa específica unitária em três temperaturas do ar de secagem dos grãos de feijão Estilo e Pérola de duas diferentes safras.

| Temperatura          | Cultivares            |                       |                       |                       |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                      | Safra das águas       |                       | Safra da seca         |                       |
| Secagem a 30 °C      | Estilo                | Pérola                | Estilo                | Pérola                |
| <b>Regressão</b>     | y = 1285,2-316,02.U** | y = 1326,2-265,53.U** | y = 1319,1-441,08U**  | y = 1324,3-211,49.U*  |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,7697                | 0,8738                | 0,9045                | 0,5198                |
| <b>F</b>             | 8,2354                | 3,4225                | 0,8969                | 2,8794                |
| <b>CV (%)</b>        | 0,56                  | 1,13                  | 1,25                  | 0,49                  |
| Secagem a 40 °C      | Estilo                | Pérola                | Estilo                | Pérola                |
| <b>Regressão</b>     | y = 1280,2-318,46.U** | y = 1319,5-289,93.U** | y = 1325,3-473,05.U** | y = 1333,8-265,47.U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9415                | 0,9302                | 0,959                 | 0,6463                |
| <b>F</b>             | 90,1062               | 154,9883              | 0,8084                | 7,1224                |
| <b>CV (%)</b>        | 0,16                  | 0,16                  | 1,66                  | 0,38                  |
| Secagem a 50 °C      | Estilo                | Pérola                | Estilo                | Pérola                |
| <b>Regressão</b>     | y = 1275,6-255,66.U   | y = 1315,9-253,3.U**  | y = 1325,4-466,85.U   | y = 1333,6-271,19.U*  |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9374                | 0,9717                | 0,8367                | 0,9379                |
| <b>F</b>             | 3,3067                | 129,5958              | 0,8667                | 3,2299                |
| <b>CV (%)</b>        | 0,83                  | 0,20                  | 1,54                  | 0,52                  |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; U: teor de água (decimal b.s.)

#### 5.2.4 - Índice de contração da massa de grãos ( $\Psi_m$ )

Na Figura 11 são apresentados os resultados experimentais e estimados para o índice de contração da massa de grãos.

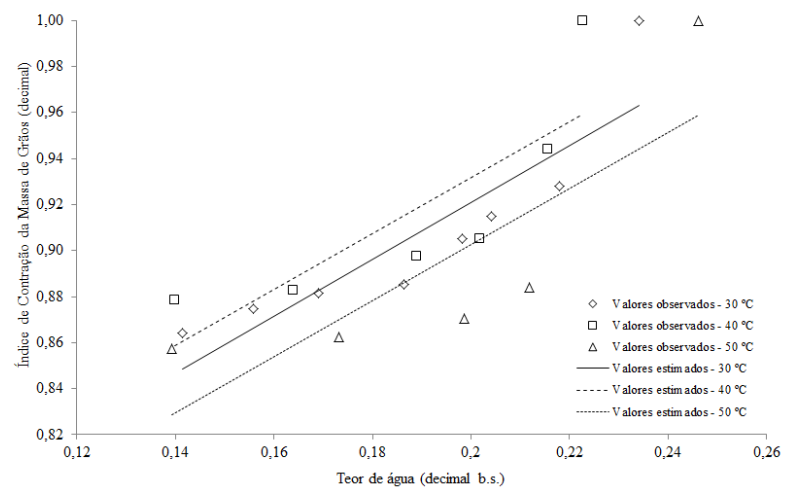
Comparando-se dentro da safra das águas as cultivares Estilo e Perola, Figuras 11 (a) e (b), é possível notar que a cultivar Pérola obteve maiores contrações quando realizado o processo de secagem que a cultivar Estilo. Isto se deve ao fato dos grãos do cultivar Pérola iniciarem o processo de secagem com teor de água mais elevado, perdendo mais água além de permanecer mais tempo sob o efeito da massa de ar aquecida. Tal comportamento também foi observado por autores como Couto et al. (1999), Corrêa et al. (2002), Faroni et al. (2005) e Resende et al. (2012).

Para a safra da seca, os grãos da cultivar Estilo, Figura 11 (c) secos à 30 °C apresentaram índices de contração de 7% para uma perda de água de 0,19 à 0,14 b.s.; contrações maiores apresentaram os grãos secos à temperaturas mais elevadas, sendo 13% para a secagem a 40 °C, onde os grãos iniciaram o processo com 0,19 b.s. e terminaram com 0,13 b.s; e na secagem à 50 °C, secando de 0,18 à 0,13 b.s. os grãos apresentaram uma

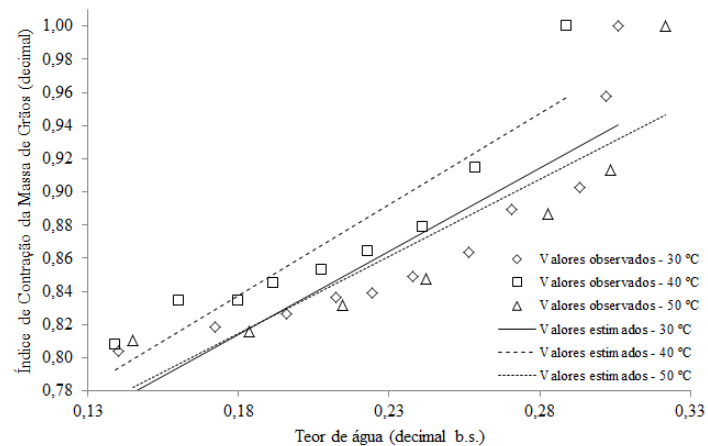
contração de 17%. Comportamento semelhante foi obtido pela cultivar Pérola, Figura 11 (d) que para as três temperaturas de secagem, passando seu teor de água de 0,20 para 0,14 b.s. obteve contrações de 11, 14 e 15% respectivamente para a secagem à 30, 40 e 50 °C.

Observou-se que grãos com teores de água iniciais mais elevados tiveram maiores índices de contração da massa dos grãos, o que também foi observado por Resende (2006), esse mesmo autor ainda cita que não há uma interferência significativa da temperatura do ar de secagem nos índices de contração da massa de grãos, como observado na safra das águas. Embora na secagem da safra da seca, tenha sido possível observar que a contração da massa dos grãos foi maior para as temperaturas maiores, outros autores não relataram esse comportamento, atribuindo os índices de contrações maiores ou menores aos teores de água iniciais e finais do produto.

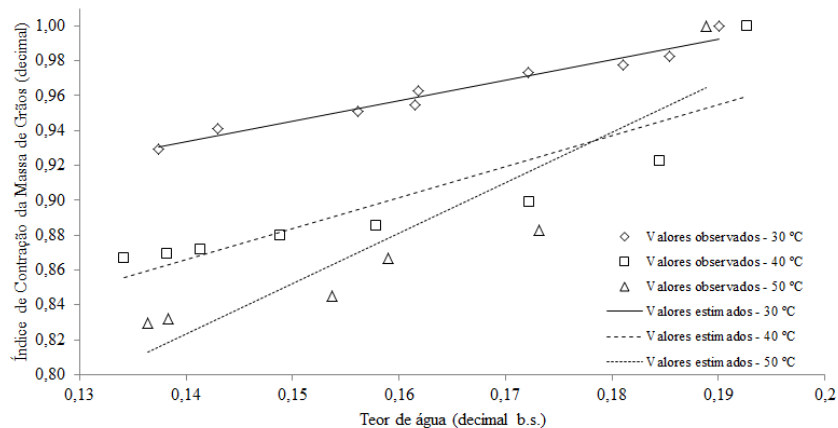
Na Tabela 8 apresentam-se os valores do coeficiente de determinação para o índice de contração da massa de grãos, bem como as equações de regressão com base no modelo linear, onde foi possível notar que houve significância para todos os tratamentos.



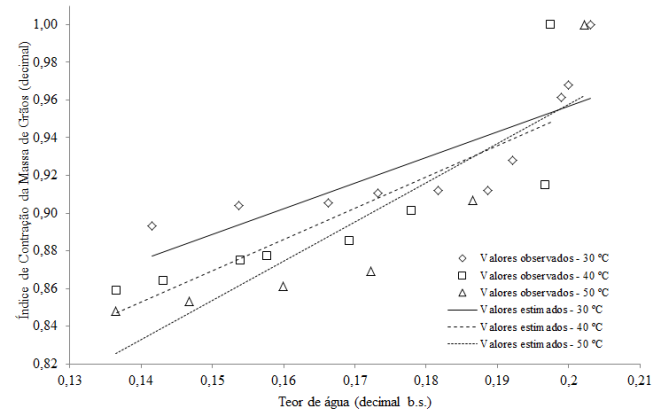
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 11.** Valores experimentais e estimados do índice de contração da massa de grãos, em função do tempo de secagem, para diferentes temperaturas, para: (a) cultivar Estilo da safra das águas; (b) cultivar Pérola da safra das águas; (c) cultivar Estilo da safra da seca e (d) cultivar Pérola da safra da seca.



As equações geradas pelo modelo de regressão dispostas na Tabela 8 permitem estimar os valores do índice de contração da massa de grãos para um mesmo teor de água. Sendo assim, para 0,14 (decimal b.s.) os valores apresentados para as cultivares da safra das águas foram de 0,84; 0,86 e 0,82 (decimal) para Estilo e 0,77; 0,79 e 0,77 para Pérola, respectivamente nas temperaturas de 30, 40 e 50 °C. Na mesma ordem a cultivar Estilo da safra da seca apresentou 0,93; 0,86 e 0,82 enquanto a cultivar Pérola teve 0,87; 0,85 e 0,83. Foi possível observar que os menores valores do índice de contração da massa de grãos para um mesmo teor de água foram aqueles obtidos na secagem à temperatura mais elevada, 50 °C, corroborando com Oliveira et al. (2013) e Almeida et. al (2013), Resende et al. (2012).

Outro ponto importante a ser ressaltado, foi o comportamento da cultivar Pérola que apresentou valores ligeiramente inferiores para um mesmo teor de água que a cultivar Estilo para as duas safras, possivelmente causado pelos maiores teores de água inicial da cultivar Pérola no processo de secagem, a influência do teor de água inicial da secagem nas variações das propriedades físicas foi ressaltada em diversos trabalhos Couto et al. (1999); Corrêa et al. (2002); Faroni et al. (2005); Resende et al. (2012).

**Tabela 8.** Resultados das análises de variância e regressão para os testes de índice de contração da massa de grãos em três temperaturas do ar de secagem dos grãos de feijão Estilo e Pérola de duas diferentes safras.

| Temperatura          | Cultivares                |                           |                           |                           |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                      | Safr a das águas          |                           | Safr a da seca            |                           |
| Secagem a 30 °C      | Estilo                    | Pérola                    | Estilo                    | Pérola                    |
| <b>Regressão</b>     | y = 0,67 +<br>1,2349.U**  | y = 0,63 +<br>1,0009.U**  | Y = 0,768 +<br>1,1772.U** | Y = 0,685 +<br>1,3569.U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,8052                    | 0,7949                    | 0,9606                    | 0,6580                    |
| <b>F</b>             | 40,5208                   | 132,7828                  | 49,2300                   | 21,3075                   |
| <b>CV (%)</b>        | 1,29                      | 1,06                      | 0,56                      | 1,41                      |
| Secagem a 40 °C      | Estilo                    | Pérola                    | Estilo                    | Pérola                    |
| <b>Regressão</b>     | y = 0,688 +<br>1,2132.U** | y = 0,639 +<br>1,1017.U** | y = 0,616 +<br>1,782.U**  | y = 0,62 +<br>1,6565.U**  |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,6871                    | 0,8533                    | 0,7801                    | 0,698                     |
| <b>F</b>             | 86,8392                   | 230,5556                  | 47,7447                   | 77,7857                   |
| <b>CV (%)</b>        | 1,01                      | 0,75                      | 1,24                      | 1,00                      |
| Secagem a 50 °C      | Estilo                    | Pérola                    | Estilo                    | Pérola                    |
| <b>Regressão</b>     | y = 0,659 +<br>1,2165.U** | y = 0,647 +<br>0,9306.U** | y = 0,419 +<br>2,8856.U** | y = 0,541 +<br>2,0795.U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,6777                    | 0,8043                    | 0,8316                    | 0,7849                    |
| <b>F</b>             | 815,2917                  | 34,0882                   | 47,7447                   | 282,4000                  |
| <b>CV (%)</b>        | 0,40                      | 2,21                      | 1,24                      | 0,67                      |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; U: teor de água (decimal b.s.)

### 5.2.5 - Massa de mil grãos ( $m_{1000}$ )

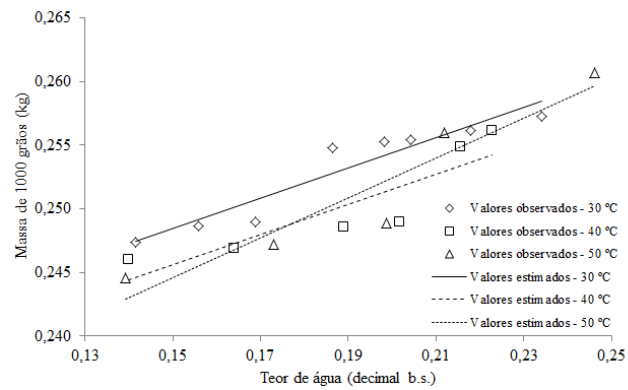
Na Figura 12 são apresentados os resultados experimentais e estimados para massa de mil grãos. Observou-se que as cultivares da safra da seca obtiveram reduções superiores à da safra das águas em seus valores de massa de mil grãos. De modo geral a massa de mil grãos teve redução em seus valores à medida que se reduziu o teor de água, comportamento este previsto uma vez que comprovado por Resende (2006) e Oliveira Neto (2010). Além disso, pode se observar que as alterações foram influenciadas pela temperatura do ar de secagem, uma vez que ao final da secagem, os menores valores encontrados foram sempre para a secagem à 50%, além disso, a cultivar Estilo apresentou resultados superiores à cultivar Pérola, na safra das águas.

Na Tabela 9 são apresentados os resultados das análises de variância e regressão para a massa de mil grãos. Foi possível observar que os testes apresentaram diferença significativa para todas as temperaturas e cultivares, exceto para a cultivar Estilo quando seco à 30 °C em ambas as safras.

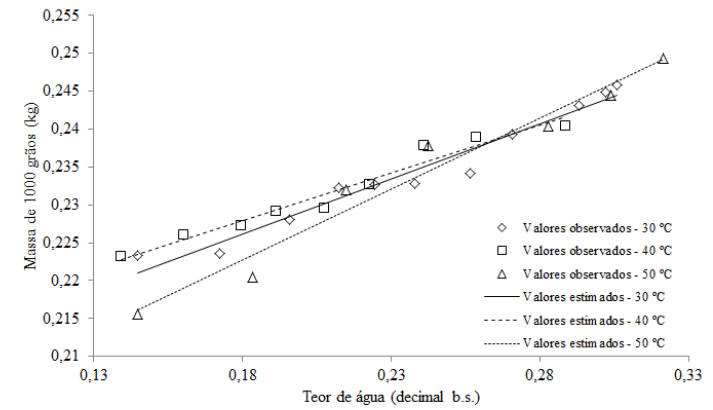
**Tabela 9.** Resultados das análises de variância e regressão para os testes de massa de mil grãos em três temperaturas do ar de secagem dos grãos de feijão Estilo e Pérola de duas diferentes safras.

| Temperatura     | Cultivar                     |                              |                             |                              |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|                 | Safra das águas              |                              | Safra da seca               |                              |
| Secagem a 30 °C | Estilo                       | Pérola                       | Estilo                      | Pérola                       |
| Regressão       | $y = 0,2306 + 0,1187.U$      | $y = 0,2001 + 0,145.U^{**}$  | $y = 0,2277 + 0,1516.U$     | $y = 0,4582 + 2,4438.U^{**}$ |
| R <sup>2</sup>  | 0,9039                       | 0,9603                       | 0,9759                      | 0,8255                       |
| F               | 1,2496                       | 10,5526                      | 2,1322                      | 12,1526                      |
| CV (%)          | 2,82                         | 1,48                         | 3,01                        | 2,75                         |
| Secagem a 40 °C | Estilo                       | Pérola                       | Estilo                      | Pérola                       |
| Regressão       | $y = 0,2278 + 0,1186.U^{**}$ | $y = 0,2054 + 0,1252.U^{**}$ | $y = 0,1705 + 0,462.U^{**}$ | $y = 0,4698 + 2,5715.U^{**}$ |
| R <sup>2</sup>  | 0,7898                       | 0,9604                       | 0,9659                      | 0,9609                       |
| F               | 37,3485                      | 25,8961                      | 4,9066                      | 13,9959                      |
| CV (%)          | 1,97                         | 1,15                         | 2,16                        | 2,00                         |
| Secagem a 50 °C | Estilo                       | Pérola                       | Estilo                      | Pérola                       |
| Regressão       | $y = 0,2212 + 0,1562.U^{**}$ | $y = 0,189 + 0,1873.U^{**}$  | $y = 0,17 + 0,4652.U^{**}$  | $y = 0,4985 + 2,4766.U^{**}$ |
| R <sup>2</sup>  | 0,8939                       | 0,9652                       | 0,996                       | 0,9973                       |
| F               | 24,9916                      | 14,8865                      | 11,0101                     | 16,8099                      |
| CV (%)          | 2,19                         | 1,75                         | 2,30                        | 3,65                         |

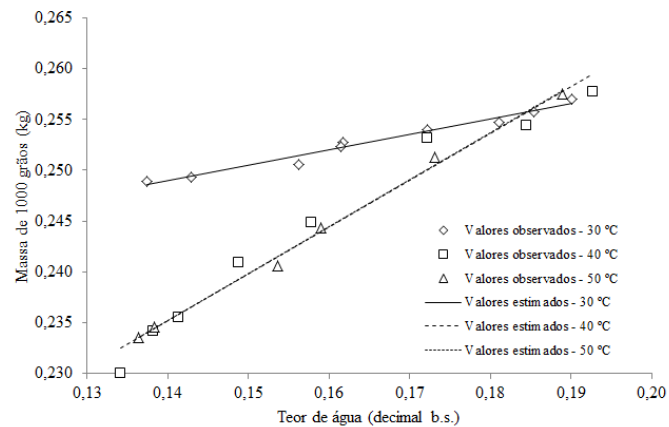
\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; U: teor de água (decimal b.s.)



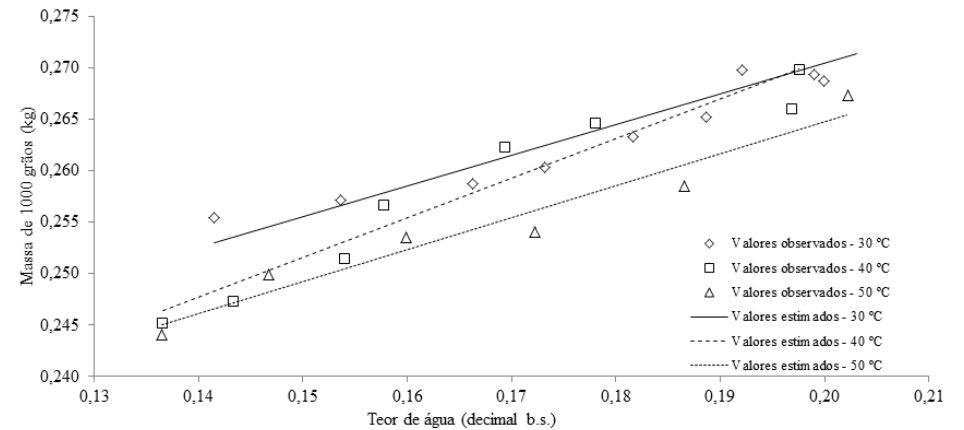
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 12.** Valores experimentais e estimados de massa de mil grãos em função do teor de água, durante a secagem com diferentes temperaturas, para: (a) cultivar Estilo da safra das águas; (b) cultivar Pérola da safra das águas; (c) cultivar Estilo da safra da seca e (d) cultivar Pérola da safra da seca.

### 5.2.6 - Forma e tamanho

Na Tabela 10 apresenta-se a variação dos eixos ortogonais dos grãos de feijão, das circularidades e da esfericidade em função do teor de água da cultivar Estilo da safra das águas.

**Tabela 10.** Dimensões médias dos eixos ("a", "b" e "c") ortogonais dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das águas, índices de redução ( $a/a_0$ ,  $b/b_0$  e  $c/c_0$ ), esfericidade ( $E_s$ ) e as circularidades, segundo o maior eixo ( $Cr_1$ ), o eixo médio ( $Cr_2$ ) e o menor eixo ( $Cr_3$ ).

| Secagem 30 °C                  |                       |      |      |                |                |                |               |               |               |              |
|--------------------------------|-----------------------|------|------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | $a/a_0$<br>(%) | $b/b_0$<br>(%) | $c/c_0$<br>(%) | $Cr_1$<br>(%) | $Cr_2$<br>(%) | $Cr_3$<br>(%) | $E_s$<br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                |                |                |               |               |               |              |
| 0,23                           | 10,04                 | 6,36 | 4,61 | 100,0          | 100,0          | 100,0          | 63,92         | 45,55         | 71,56         | 66,17        |
| 0,22                           | 9,97                  | 6,27 | 4,60 | 99,33          | 98,56          | 99,78          | 63,02         | 46,25         | 73,71         | 66,23        |
| 0,20                           | 9,95                  | 6,13 | 4,51 | 99,12          | 96,36          | 97,87          | 61,70         | 45,42         | 73,79         | 65,40        |
| 0,20                           | 9,89                  | 6,10 | 4,50 | 98,47          | 95,90          | 97,61          | 61,69         | 45,49         | 74,01         | 65,37        |
| 0,19                           | 9,87                  | 6,08 | 4,42 | 98,30          | 95,52          | 95,98          | 61,63         | 44,83         | 73,60         | 65,03        |
| 0,17                           | 9,81                  | 6,06 | 4,42 | 97,75          | 95,21          | 95,85          | 61,87         | 45,14         | 73,02         | 65,34        |
| 0,16                           | 9,75                  | 6,03 | 4,35 | 97,08          | 94,71          | 94,43          | 62,01         | 44,81         | 72,85         | 65,16        |
| 0,14                           | 9,65                  | 6,01 | 4,32 | 96,13          | 94,36          | 93,70          | 62,42         | 44,90         | 72,09         | 65,35        |
| Secagem 40 °C                  |                       |      |      |                |                |                |               |               |               |              |
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | $a/a_0$<br>(%) | $b/b_0$<br>(%) | $c/c_0$<br>(%) | $Cr_1$<br>(%) | $Cr_2$<br>(%) | $Cr_3$<br>(%) | $E_s$<br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                |                |                |               |               |               |              |
| 0,22                           | 10,05                 | 6,34 | 4,62 | 100,00         | 100,00         | 100,00         | 63,14         | 46,15         | 73,24         | 66,01        |
| 0,22                           | 9,91                  | 6,25 | 4,58 | 98,66          | 98,63          | 99,14          | 63,33         | 46,42         | 73,38         | 66,40        |
| 0,20                           | 9,88                  | 6,15 | 4,50 | 98,31          | 97,06          | 97,31          | 62,49         | 45,58         | 73,12         | 65,73        |
| 0,19                           | 9,85                  | 6,08 | 4,49 | 98,07          | 95,84          | 97,14          | 61,82         | 45,65         | 74,01         | 65,52        |
| 0,16                           | 9,77                  | 6,05 | 4,41 | 97,26          | 95,42          | 95,50          | 62,16         | 45,31         | 72,97         | 65,48        |
| 0,14                           | 9,64                  | 5,96 | 4,30 | 95,95          | 94,02          | 93,09          | 61,86         | 44,67         | 72,32         | 65,08        |
| Secagem 50 °C                  |                       |      |      |                |                |                |               |               |               |              |
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | $a/a_0$<br>(%) | $b/b_0$<br>(%) | $c/c_0$<br>(%) | $Cr_1$<br>(%) | $Cr_2$<br>(%) | $Cr_3$<br>(%) | $E_s$<br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                |                |                |               |               |               |              |
| 0,25                           | 10,06                 | 6,39 | 4,61 | 100,00         | 100,00         | 100,00         | 63,68         | 45,88         | 72,70         | 66,00        |
| 0,21                           | 9,79                  | 6,23 | 4,52 | 97,32          | 97,55          | 97,97          | 64,23         | 46,56         | 72,60         | 66,70        |
| 0,20                           | 9,71                  | 6,17 | 4,45 | 96,57          | 96,59          | 96,50          | 63,92         | 46,05         | 72,80         | 66,30        |
| 0,17                           | 9,64                  | 6,06 | 4,38 | 95,83          | 94,93          | 94,98          | 63,56         | 46,44         | 73,30         | 66,30        |
| 0,14                           | 9,50                  | 5,92 | 4,29 | 94,49          | 92,75          | 92,92          | 62,49         | 45,21         | 72,50         | 65,50        |

Observando a Tabela 10 notou-se que houve uma redução dos três eixos ortogonais dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das águas de 3,87; 5,64 e 6,3% para a secagem a 30 °C, 4,05; 5,98; 6,91 para a secagem a 40 °C e 5,51, 7,25 e 7,08 para a secagem a 50 °C. Verificou-se que os grãos de feijão apresentaram maiores alterações em suas dimensões a

medida que se aumentou a temperatura de secagem. Os valores de circularidade e esfericidade apresentaram aumento no início da secagem e posteriormente sofreram redução.

Na Tabela 11 notou-se que as variações dos eixos ortogonais bem como das circularidades e esfericidade dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das águas. Percebe-se que as reduções dos eixos ortogonais dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das águas foram de 3,08; 6,34 e 6,84% para a secagem a 30 °C; 3,16; 6,69 e 7,36 para a secagem a 40 °C e 3,29; 6,94 e 8,17 para a secagem a 50 °C. Para os valores de circularidade e esfericidade observou-se uma redução à medida que se reduziu o teor de água do produto.

Na Tabela 12 apresentam-se as variações dos eixos ortogonais bem como das circularidades e esfericidade para a cultivar Estilo da safra da seca. Nota-se uma redução dos eixos ortogonais dos grãos de 3,75; 5,29 e 8,12% para os grãos submetidos a secagem com temperatura do ar à 30 °C; para a temperatura do ar à 40 °C as variações observadas foram de 4,51, 6,74 e 9,37% enquanto a secagem à 50 °C promoveu variações de 4,96, 7,05 e 9,75%. Os valores de circularidade e esfericidade reduziram progressivamente com a redução do teor de água.

Na Tabela 13 expõe-se os valores das contrações dos eixos ortogonais bem como nas dimensões de circularidade e esfericidade da cultivar Pérola da safra da seca. É possível notar que estes grãos sofreram uma contração de 4,73; 5,87 e 7,71% nos seus eixos ortogonais quando secos sob temperatura do ar de 30 °C. Para os grãos secos a 40 °C as contrações observadas foram de 5,38; 5,97 e 7,57% e à 50 °C, 5,58; 6,29 e 7,8%.

Analisando as contrações que ocorreram nos grãos das duas cultivares e safras, foi possível notar que estes grãos se contraem de forma desuniforme, essa característica é notada para a maioria dos produtos agrícolas que apresentam contrações irregulares em diversas direções o que foi observado por diversos autores em diversas culturas, a exemplo do feijão (LANARO et al., 2011; OLIVEIRA NETO et al. 2010; RESENDE et al., 2005); amendoim (ARAÚJO et al., 2014) Soja (GUEDES et al., 2011); milho (FORTES; OKOS, 1980) e café (CORRÊA et al., 2002).

**Tabela 11.** Dimensões médias dos eixos ("a", "b" e "c") ortogonais dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das águas, índices de redução (a/a<sub>0</sub>, b/b<sub>0</sub> e c/c<sub>0</sub>), esfericidade (E<sub>s</sub>) e as circularidades, segundo o maior eixo (Cr<sub>1</sub>), o eixo médio (Cr<sub>2</sub>) e o menor eixo (Cr<sub>3</sub>).

| Secagem 30 °C                  |                       |      |      |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
|--------------------------------|-----------------------|------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | a/a <sub>0</sub><br>(%) | b/b <sub>0</sub><br>(%) | c/c <sub>0</sub><br>(%) | Cr <sub>1</sub><br>(%) | Cr <sub>2</sub><br>(%) | Cr <sub>3</sub><br>(%) | E <sub>s</sub><br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
| 0,31                           | 9,92                  | 6,24 | 4,50 | 100,00                  | 100,00                  | 100,00                  | 63,01                  | 45,37                  | 72,27                  | 65,81                 |
| 0,30                           | 9,91                  | 6,15 | 4,40 | 99,82                   | 98,61                   | 97,98                   | 62,22                  | 44,53                  | 71,58                  | 65,14                 |
| 0,29                           | 9,86                  | 6,12 | 4,35 | 99,39                   | 98,11                   | 96,75                   | 62,24                  | 44,09                  | 70,98                  | 64,93                 |
| 0,27                           | 9,82                  | 6,09 | 4,33 | 98,98                   | 97,61                   | 96,20                   | 62,06                  | 44,00                  | 71,11                  | 64,82                 |
| 0,26                           | 9,80                  | 6,07 | 4,30 | 98,70                   | 97,28                   | 95,65                   | 62,10                  | 43,91                  | 70,90                  | 64,78                 |
| 0,24                           | 9,72                  | 6,03 | 4,26 | 97,98                   | 96,64                   | 94,85                   | 62,17                  | 43,86                  | 70,70                  | 64,77                 |
| 0,22                           | 9,70                  | 6,00 | 4,23 | 97,77                   | 96,10                   | 94,05                   | 61,90                  | 43,58                  | 70,48                  | 64,57                 |
| 0,21                           | 9,67                  | 5,95 | 4,21 | 97,47                   | 95,36                   | 93,61                   | 61,72                  | 43,65                  | 70,80                  | 64,49                 |
| 0,20                           | 9,65                  | 5,91 | 4,20 | 97,22                   | 94,69                   | 93,35                   | 61,42                  | 43,54                  | 71,02                  | 64,38                 |
| 0,17                           | 9,63                  | 5,87 | 4,19 | 97,01                   | 93,98                   | 93,25                   | 61,18                  | 43,54                  | 71,47                  | 64,25                 |
| 0,14                           | 9,62                  | 5,85 | 4,19 | 96,92                   | 93,66                   | 93,16                   | 60,91                  | 43,56                  | 71,65                  | 64,22                 |
| Secagem 40 °C                  |                       |      |      |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | a/a <sub>0</sub><br>(%) | b/b <sub>0</sub><br>(%) | c/c <sub>0</sub><br>(%) | Cr <sub>1</sub><br>(%) | Cr <sub>2</sub><br>(%) | Cr <sub>3</sub><br>(%) | E <sub>s</sub><br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
| 0,29                           | 9,91                  | 6,21 | 4,46 | 100,00                  | 100,00                  | 100,00                  | 62,66                  | 45,13                  | 72,47                  | 65,58                 |
| 0,26                           | 9,84                  | 6,12 | 4,36 | 99,24                   | 98,67                   | 97,69                   | 62,19                  | 44,21                  | 71,32                  | 64,97                 |
| 0,24                           | 9,82                  | 6,04 | 4,31 | 99,10                   | 97,36                   | 96,70                   | 61,48                  | 44,18                  | 71,99                  | 64,72                 |
| 0,22                           | 9,78                  | 6,00 | 4,29 | 98,69                   | 96,66                   | 96,20                   | 61,91                  | 44,15                  | 71,49                  | 64,85                 |
| 0,21                           | 9,77                  | 5,98 | 4,27 | 98,51                   | 96,43                   | 95,82                   | 61,34                  | 43,83                  | 71,55                  | 64,50                 |
| 0,19                           | 9,71                  | 5,93 | 4,21 | 97,94                   | 95,55                   | 94,41                   | 61,18                  | 43,50                  | 71,14                  | 64,28                 |
| 0,18                           | 9,69                  | 5,91 | 4,19 | 97,70                   | 95,18                   | 93,88                   | 61,07                  | 43,31                  | 71,12                  | 64,15                 |
| 0,16                           | 9,67                  | 5,85 | 4,18 | 97,59                   | 94,34                   | 93,66                   | 60,77                  | 43,29                  | 71,25                  | 64,06                 |
| 0,14                           | 9,60                  | 5,79 | 4,13 | 96,84                   | 93,31                   | 92,64                   | 60,36                  | 43,19                  | 71,67                  | 63,84                 |
| Secagem 50 °C                  |                       |      |      |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | a/a <sub>0</sub><br>(%) | b/b <sub>0</sub><br>(%) | c/c <sub>0</sub><br>(%) | Cr <sub>1</sub><br>(%) | Cr <sub>2</sub><br>(%) | Cr <sub>3</sub><br>(%) | E <sub>s</sub><br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
| 0,32                           | 9,95                  | 6,26 | 4,52 | 100,00                  | 100,00                  | 100,00                  | 63,02                  | 45,44                  | 72,41                  | 65,80                 |
| 0,30                           | 9,92                  | 6,16 | 4,41 | 99,67                   | 98,34                   | 97,41                   | 62,23                  | 44,65                  | 71,68                  | 65,10                 |
| 0,28                           | 9,85                  | 6,11 | 4,34 | 99,00                   | 97,57                   | 95,87                   | 62,01                  | 43,92                  | 70,91                  | 64,80                 |
| 0,24                           | 9,81                  | 6,05 | 4,30 | 98,65                   | 96,63                   | 95,11                   | 61,82                  | 43,96                  | 71,50                  | 64,70                 |
| 0,21                           | 9,75                  | 5,97 | 4,24 | 98,03                   | 95,37                   | 93,66                   | 61,52                  | 43,53                  | 70,87                  | 64,40                 |
| 0,18                           | 9,70                  | 5,91 | 4,21 | 97,47                   | 94,38                   | 93,12                   | 61,06                  | 43,54                  | 71,52                  | 64,20                 |
| 0,14                           | 9,62                  | 5,83 | 4,15 | 96,71                   | 93,06                   | 91,83                   | 60,28                  | 43,14                  | 71,74                  | 63,80                 |

**Tabela 12.** Dimensões médias dos eixos ("a", "b" e "c") ortogonais dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra da seca, índices de redução ( $a/a_0$ ,  $b/b_0$  e  $c/c_0$ ), esfericidade ( $E_s$ ) e as circularidades, segundo o maior eixo ( $Cr_1$ ), o eixo médio ( $Cr_2$ ) e o menor eixo ( $Cr_3$ ).

| Secagem 30 °C                  |                       |      |      |                |                |                |               |               |               |              |
|--------------------------------|-----------------------|------|------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | $a/a_0$<br>(%) | $b/b_0$<br>(%) | $c/c_0$<br>(%) | $Cr_1$<br>(%) | $Cr_2$<br>(%) | $Cr_3$<br>(%) | $E_s$<br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                |                |                |               |               |               |              |
| 0,19                           | 10,17                 | 6,68 | 4,96 | 100,00         | 100,0          | 100,0          | 65,77         | 48,86         | 74,38         | 68,45        |
| 0,19                           | 10,15                 | 6,65 | 4,91 | 99,84          | 99,47          | 98,89          | 65,57         | 48,43         | 73,98         | 68,17        |
| 0,18                           | 10,11                 | 6,59 | 4,89 | 99,44          | 98,67          | 98,60          | 65,20         | 48,39         | 74,20         | 68,01        |
| 0,17                           | 10,07                 | 6,54 | 4,83 | 99,01          | 97,91          | 97,31          | 65,06         | 47,97         | 73,99         | 67,77        |
| 0,16                           | 10,02                 | 6,50 | 4,78 | 98,54          | 97,35          | 96,42          | 65,02         | 47,71         | 73,52         | 67,61        |
| 0,16                           | 9,96                  | 6,45 | 4,72 | 97,98          | 96,55          | 95,09          | 64,83         | 47,41         | 73,15         | 67,45        |
| 0,16                           | 9,91                  | 6,40 | 4,67 | 97,52          | 95,85          | 94,17          | 64,71         | 47,15         | 72,97         | 67,29        |
| 0,14                           | 9,82                  | 6,36 | 4,60 | 96,63          | 95,24          | 92,83          | 64,87         | 46,86         | 72,57         | 67,18        |
| 0,14                           | 9,78                  | 6,33 | 4,56 | 96,25          | 94,71          | 91,88          | 64,71         | 46,67         | 72,29         | 67,04        |
| Secagem 40 °C                  |                       |      |      |                |                |                |               |               |               |              |
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | $a/a_0$<br>(%) | $b/b_0$<br>(%) | $c/c_0$<br>(%) | $Cr_1$<br>(%) | $Cr_2$<br>(%) | $Cr_3$<br>(%) | $E_s$<br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                |                |                |               |               |               |              |
| 0,19                           | 10,20                 | 6,69 | 4,98 | 100,00         | 100,00         | 100,00         | 65,61         | 48,93         | 74,80         | 68,42        |
| 0,18                           | 10,10                 | 6,62 | 4,90 | 99,03          | 98,94          | 98,27          | 65,60         | 48,58         | 74,20         | 68,27        |
| 0,17                           | 10,04                 | 6,55 | 4,81 | 98,38          | 98,02          | 96,52          | 65,41         | 48,10         | 73,60         | 67,95        |
| 0,16                           | 9,98                  | 6,44 | 4,72 | 97,81          | 96,28          | 94,80          | 64,54         | 47,33         | 73,59         | 67,10        |
| 0,15                           | 9,91                  | 6,38 | 4,67 | 97,19          | 95,38          | 93,76          | 64,30         | 47,12         | 73,35         | 67,08        |
| 0,14                           | 9,85                  | 6,33 | 4,63 | 96,60          | 94,66          | 92,88          | 64,27         | 46,99         | 73,08         | 67,04        |
| 0,14                           | 9,80                  | 6,28 | 4,60 | 96,08          | 93,91          | 92,31          | 64,12         | 47,08         | 73,58         | 67,01        |
| 0,13                           | 9,74                  | 6,24 | 4,52 | 95,49          | 93,26          | 90,63          | 64,21         | 46,34         | 72,59         | 66,66        |
| Secagem 50 °C                  |                       |      |      |                |                |                |               |               |               |              |
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | $a/a_0$<br>(%) | $b/b_0$<br>(%) | $c/c_0$<br>(%) | $Cr_1$<br>(%) | $Cr_2$<br>(%) | $Cr_3$<br>(%) | $E_s$<br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                |                |                |               |               |               |              |
| 0,19                           | 10,20                 | 6,70 | 4,95 | 100,00         | 100,00         | 100,00         | 65,83         | 48,68         | 73,9          | 68,40        |
| 0,17                           | 10,07                 | 6,53 | 4,80 | 98,77          | 97,48          | 96,83          | 66,13         | 48,83         | 73,51         | 68,34        |
| 0,16                           | 9,98                  | 6,44 | 4,74 | 97,88          | 96,05          | 95,66          | 64,69         | 47,55         | 73,65         | 67,40        |
| 0,15                           | 9,88                  | 6,38 | 4,67 | 96,94          | 95,12          | 94,37          | 64,57         | 47,27         | 73,44         | 67,03        |
| 0,14                           | 9,79                  | 6,31 | 4,61 | 95,98          | 94,16          | 93,08          | 64,57         | 47,04         | 73,07         | 67,10        |
| 0,14                           | 9,69                  | 6,23 | 4,47 | 95,04          | 92,95          | 90,25          | 64,3          | 46,18         | 72,07         | 66,62        |

**Tabela 13.** Dimensões médias dos eixos ("a", "b" e "c") ortogonais dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra da seca, índices de redução (a/a<sub>o</sub>, b/b<sub>o</sub> e c/c<sub>o</sub>), esfericidade (E<sub>s</sub>) e as circularidades, segundo o maior eixo (Cr<sub>1</sub>), o eixo médio (Cr<sub>2</sub>) e o menor eixo (Cr<sub>3</sub>).

| Secagem 30 °C                  |                       |      |      |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
|--------------------------------|-----------------------|------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | a/a <sub>o</sub><br>(%) | b/b <sub>o</sub><br>(%) | c/c <sub>o</sub><br>(%) | Cr <sub>1</sub><br>(%) | Cr <sub>2</sub><br>(%) | Cr <sub>3</sub><br>(%) | E <sub>s</sub><br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
| 0,20                           | 10,79                 | 7,20 | 5,21 | 100,0                   | 100,0                   | 100,0                   | 67,00                  | 48,42                  | 72,32                  | 68,66                 |
| 0,20                           | 10,67                 | 7,12 | 5,13 | 98,96                   | 98,86                   | 98,44                   | 66,86                  | 48,09                  | 72,04                  | 68,46                 |
| 0,20                           | 10,54                 | 7,07 | 5,08 | 97,69                   | 98,18                   | 97,45                   | 67,22                  | 48,19                  | 71,83                  | 68,63                 |
| 0,19                           | 10,49                 | 7,05 | 5,04 | 97,20                   | 97,88                   | 96,86                   | 67,39                  | 48,18                  | 71,72                  | 68,68                 |
| 0,19                           | 10,43                 | 6,99 | 4,99 | 96,64                   | 97,07                   | 95,76                   | 67,20                  | 47,89                  | 71,35                  | 68,49                 |
| 0,18                           | 10,37                 | 6,95 | 4,94 | 96,14                   | 96,46                   | 94,88                   | 67,07                  | 47,70                  | 71,13                  | 68,36                 |
| 0,17                           | 10,34                 | 6,91 | 4,88 | 95,82                   | 95,91                   | 93,66                   | 66,88                  | 47,21                  | 70,67                  | 68,07                 |
| 0,17                           | 10,32                 | 6,85 | 4,86 | 95,65                   | 95,14                   | 93,29                   | 66,47                  | 47,12                  | 70,88                  | 67,84                 |
| 0,15                           | 10,29                 | 6,81 | 4,84 | 95,35                   | 94,59                   | 92,99                   | 66,27                  | 47,11                  | 71,17                  | 67,77                 |
| 0,14                           | 10,28                 | 6,78 | 4,84 | 95,27                   | 94,13                   | 92,90                   | 66,05                  | 47,12                  | 71,42                  | 67,74                 |
| Secagem 40 °C                  |                       |      |      |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | a/a <sub>o</sub><br>(%) | b/b <sub>o</sub><br>(%) | c/c <sub>o</sub><br>(%) | Cr <sub>1</sub><br>(%) | Cr <sub>2</sub><br>(%) | Cr <sub>3</sub><br>(%) | E <sub>s</sub><br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
| 0,20                           | 10,80                 | 7,17 | 5,19 | 100,0                   | 100,0                   | 100,0                   | 66,57                  | 48,20                  | 72,48                  | 68,42                 |
| 0,20                           | 10,62                 | 7,13 | 5,10 | 98,29                   | 99,48                   | 98,19                   | 67,25                  | 48,11                  | 71,52                  | 68,59                 |
| 0,18                           | 10,49                 | 7,06 | 5,03 | 97,10                   | 98,55                   | 96,94                   | 67,45                  | 48,03                  | 71,47                  | 68,59                 |
| 0,17                           | 10,36                 | 6,99 | 4,98 | 95,94                   | 97,52                   | 95,81                   | 67,50                  | 48,02                  | 71,73                  | 68,62                 |
| 0,16                           | 10,30                 | 6,91 | 4,95 | 95,40                   | 96,41                   | 95,25                   | 67,13                  | 48,05                  | 71,77                  | 68,55                 |
| 0,15                           | 10,28                 | 6,84 | 4,90 | 95,20                   | 95,42                   | 94,36                   | 66,57                  | 47,68                  | 71,74                  | 68,13                 |
| 0,14                           | 10,24                 | 6,80 | 4,84 | 94,78                   | 94,81                   | 93,20                   | 66,40                  | 47,30                  | 71,48                  | 67,94                 |
| 0,14                           | 10,22                 | 6,74 | 4,80 | 94,62                   | 94,03                   | 92,43                   | 66,05                  | 47,02                  | 71,19                  | 67,70                 |
| Secagem 50 °C                  |                       |      |      |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
| Teor de água<br>(decimal b.s.) | Eixos ortogonais (mm) |      |      | a/a <sub>o</sub><br>(%) | b/b <sub>o</sub><br>(%) | c/c <sub>o</sub><br>(%) | Cr <sub>1</sub><br>(%) | Cr <sub>2</sub><br>(%) | Cr <sub>3</sub><br>(%) | E <sub>s</sub><br>(%) |
|                                | a                     | b    | c    |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                       |
| 0,20                           | 10,72                 | 7,15 | 5,17 | 100,0                   | 100,0                   | 100,0                   | 66,88                  | 48,39                  | 72,38                  | 68,62                 |
| 0,19                           | 10,56                 | 7,09 | 5,07 | 98,54                   | 99,16                   | 98,07                   | 67,40                  | 48,24                  | 71,57                  | 68,72                 |
| 0,17                           | 10,44                 | 7,00 | 5,04 | 97,44                   | 97,92                   | 97,40                   | 67,11                  | 48,30                  | 71,97                  | 68,66                 |
| 0,16                           | 10,31                 | 6,90 | 4,96 | 96,20                   | 96,43                   | 95,90                   | 66,99                  | 48,19                  | 72,03                  | 68,57                 |
| 0,15                           | 10,27                 | 6,83 | 4,88 | 95,78                   | 95,59                   | 94,32                   | 66,67                  | 47,64                  | 71,43                  | 68,18                 |
| 0,14                           | 10,12                 | 6,70 | 4,77 | 94,42                   | 93,71                   | 92,20                   | 66,49                  | 47,24                  | 71,33                  | 67,92                 |

Para as duas cultivares, provenientes das duas diferentes safras, notou-se que as variações das dimensões dos eixos ortogonais sofreram influência da temperatura do ar de secagem, onde o aumento dessa temperatura promoveu maiores alterações nos três eixos característicos, comprimento (a), largura (b) e espessura (c), assim como notado por Resende



et al. (2005), Di Lanaro et al. (2011), Oliveira Neto et al. (2010), Oliveira et al. (2013), Almeida et. al (2013) e Resende et al. (2012).

Outro comportamento comum para todos os grãos analisados foi a redução dos valores de circularidade e esfericidade, à medida que se avançou com o processo de secagem, esse comportamento pode ser justificado pela redução mais pronunciada da espessura que para os outros eixos, tornando o grão menos esférico e circular. Comportamentos assim foram encontrados por Araújo et al. (2014) e Oliveira Neto et al. (2010); Há de se atentar que os comportamento da circularidade e esfericidade podem variar de uma cultivar para outra, sendo que Lanaro et al (2010) e Resende (2006) notaram valores crescentes a medida que se reduziu o teor de água ao analisar grãos de feijão fradinho e grãos do grupo vermelho respectivamente, Oliveira Neto et al. (2010) analisando grãos da cultivar emgopa ouro obteve valores crescentes de circularidade e decrescentes de esfericidade a medida que se promoveu o processo de secagem.

Nas Tabelas 14, 15 e 16 apresentam-se as equações de regressão e os coeficientes de determinação para os testes de comprimento, largura e espessura respectivamente, os quais apresentaram coeficientes maiores que 0,7 para todos os testes.

**Tabela 14.** Resultados das análises de variância e regressão para os testes de comprimento dos grãos em três temperaturas do ar de secagem dos grãos de feijão Estilo e Pérola de duas diferentes safras.

| Temperatura            | Cultivares             |                        |                           |                             |
|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|
|                        | Safra das águas        |                        | Safra da seca             |                             |
| <b>Secagem a 30 °C</b> | <b>Estilo</b>          | <b>Pérola</b>          | <b>Estilo</b>             | <b>Pérola</b>               |
| <b>Regressão</b>       | $y = 90,818 + 39,556U$ | $y = 93,42 + 20,501U$  | $y = 86,224 + 73,3U^{**}$ | $y = 85,14 + 65,204U^{**}$  |
| <b>R<sup>2</sup></b>   | 0,9760                 | 0,9437                 | 0,9790                    | 0,7252                      |
| <b>F</b>               | 13,967                 | 1,5595                 | 4,0197                    | 5,3126                      |
| <b>CV (%)</b>          | 5,95%                  | 5,05%                  | 5,24%                     | 3,92%                       |
| <b>Secagem a 40 °C</b> | <b>Estilo</b>          | <b>Pérola</b>          | <b>Estilo</b>             | <b>Pérola</b>               |
| <b>Regressão</b>       | $y = 90,24 + 41,313U$  | $y = 94,154 + 20,226U$ | $y = 86,773 + 68,033U$    | $y = 83,312 + 78,662U^{**}$ |
| <b>R<sup>2</sup></b>   | 0,9261                 | 0,9844                 | 0,9688                    | 0,8978                      |
| <b>F</b>               | 1,6846                 | 0,9182                 | 1,8870                    | 7,7923                      |
| <b>CV (%)</b>          | 5,88%                  | 5,73%                  | 6,25%                     | 3,88%                       |
| <b>Secagem a 50 °C</b> | <b>Estilo</b>          | <b>Pérola</b>          | <b>Estilo</b>             | <b>Pérola</b>               |
| <b>Regressão</b>       | $y = 87,246 + 49,518U$ | $y = 94,131 + 18,078U$ | $y = 83,397 + 88,723U$    | $y = 83,47 + 81,241U^{**}$  |
| <b>R<sup>2</sup></b>   | 0,9480                 | 0,9901                 | 0,9712                    | 0,9875                      |
| <b>F</b>               | 1,7580                 | 1,6331                 | 1,7991                    | 5,1490                      |

|               |       |       |       |       |
|---------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>CV (%)</b> | 8,75% | 5,15% | 7,65% | 5,01% |
|---------------|-------|-------|-------|-------|

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. U: teor de água (decimal b.s.)

**Tabela 15.** Resultados das análises de variância e regressão para os testes de largura dos grãos em três temperaturas do ar de secagem dos grãos de feijão Estilo e Pérola de duas diferentes safras.

| <b>Temperatura</b>     | <b>Cultivares</b>      |                       |                       |                       |
|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                        | <b>Safra das águas</b> |                       | <b>Safra da seca</b>  |                       |
| <b>Secagem a 30 °C</b> | <b>Estilo</b>          | <b>Pérola</b>         | <b>Estilo</b>         | <b>Pérola</b>         |
| <b>Regressão</b>       | y = 85,53 + 57,267U*   | y = 87,83 + 36,619U** | y = 80,72 + 100,24U** | y = 80,97 + 88,056U** |
| <b>R<sup>2</sup></b>   | 0,8440                 | 0,9577                | 0,9723                | 0,9147                |
| <b>F</b>               | 2,1157                 | 9,5251                | 4,0197                | 13,5976               |
| <b>CV (%)</b>          | 7,68%                  | 3,69%                 | 5,24%                 | 2,95%                 |
| <b>Secagem a 40 °C</b> | <b>Estilo</b>          | <b>Pérola</b>         | <b>Estilo</b>         | <b>Pérola</b>         |
| <b>Regressão</b>       | y = 84,42 + 65,687U**  | y = 87,27 + 43,436U** | y = 78,79 + 110,35U** | y = 81,13 + 95,403U** |
| <b>R<sup>2</sup></b>   | 0,8968                 | 0,9904                | 0,9922                | 0,9807                |
| <b>F</b>               | 5,9435                 | 4,119                 | 3,8239                | 7,2509                |
| <b>CV (%)</b>          | 5,14%                  | 5,85%                 | 7,13%                 | 4,62%                 |
| <b>Secagem a 50 °C</b> | <b>Estilo</b>          | <b>Pérola</b>         | <b>Estilo</b>         | <b>Pérola</b>         |
| <b>Regressão</b>       | y = 83,24 + 67,705U**  | y = 87,67 + 36,378U** | y = 76,545 + 122,7U** | y = 81,41 + 93,944U** |
| <b>R<sup>2</sup></b>   | 0,9991                 | 0,9784                | 0,9758                | 0,9725                |
| <b>F</b>               | 3,8717                 | 6,2447                | 3,4796                | 17,4968               |
| <b>CV (%)</b>          | 7,89%                  | 5,44%                 | 7,73%                 | 3,14%                 |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. U: teor de água (decimal b.s.)

**Tabela 16.** Resultados das análises de variância e regressão para os testes de espessura dos grãos em três temperaturas do ar de secagem dos grãos de feijão Estilo e Pérola de duas diferentes safras.

| Temperatura          | Cultivares               |                          |                         |                         |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                      | Safra das águas          |                          | Safra da seca           |                         |
| Secagem a 30 °C      | Estilo                   | Pérola                   | Estilo                  | Pérola                  |
| <b>Regressão</b>     | y = 83,30 +<br>72,197.U* | y = 86,39 +<br>37,64.U** | y = 70,9 +<br>152,48U** | y = 76,07 +<br>108,65U* |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9626                   | 0,8246                   | 0,9787                  | 0,8243                  |
| <b>F</b>             | 2,1738                   | 4,8658                   | 4,4512                  | 2,2346                  |
| <b>CV (%)</b>        | 8,89                     | 6,49                     | 7,64                    | 8,55                    |
| Secagem a 40 °C      | Estilo                   | Pérola                   | Estilo                  | Pérola                  |
| <b>Regressão</b>     | y = 82,345 +<br>77,766U  | y = 85,76 +<br>47,16U**  | y = 72,36 +<br>141,96U* | y = 77,7 +<br>108,31U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9736                   | 0,9715                   | 0,9825                  | 0,9607                  |
| <b>F</b>             | 1,524                    | 4,3939                   | 2,6048                  | 4,4386                  |
| <b>CV (%)</b>        | 11,52                    | 6,92                     | 11,34                   | 6,22                    |
| Secagem a 50 °C      | Estilo                   | Pérola                   | Estilo                  | Pérola                  |
| <b>Regressão</b>     | y = 83,45 +<br>67,191U   | y = 85,41 +<br>40,79U**  | y = 69,94 +<br>158,58.U | y = 77,6 +<br>111,45U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9934                   | 0,912                    | 0,9316                  | 0,9688                  |
| <b>F</b>             | 1,0488                   | 11,2826                  | 1,9263                  | 3,7545                  |
| <b>CV (%)</b>        | 15,09                    | 4,75                     | 13,71                   | 8,25                    |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. U: teor de água (decimal b.s.)

### 5.2.7 – Porosidade (P)

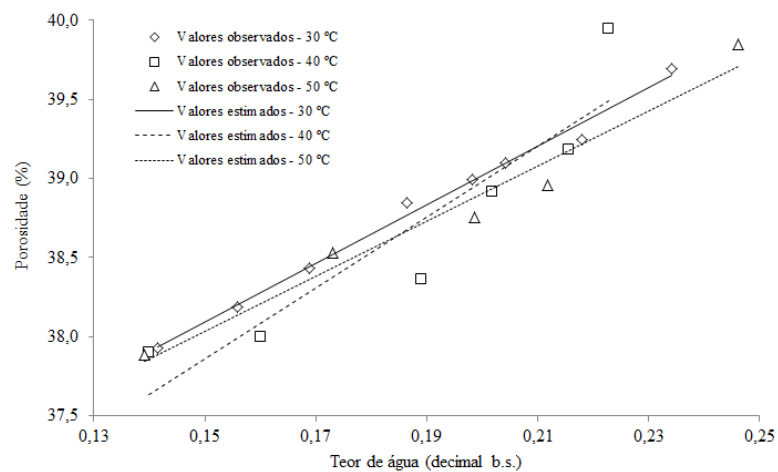
Na Figura 13 são apresentados os resultados experimentais e estimados da porosidade e na Tabela 17 os resultados das análises de variância e regressão. Com as equações apresentadas é possível estimar, para um mesmo teor de água os resultados da porosidade para efeito de comparação. Assim, para o teor de água de 0,14 (decimal b.s.), observou-se que a cultivar Estilo da safra das águas apresentou porosidade de 37,9; 37,63 e 37,85% e para a cultivar Pérola da safra das águas resultados de 36,98; 36,03 e 36,05%, para as temperaturas de secagem de 30; 40 e 50 °C. Os valores de porosidade das cultivares da safra das secas foram de 33,27; 33,99 e 33,40% para a cultivar Estilo e 30,49; 29,89 e 30,15% para a cultivar Pérola, respectivamente nas temperaturas de secagem de 30, 40 e 50°C.

Por meio desta comparação, é possível observar maiores resultados de porosidade para a cultivar Estilo em relação a Pérola, sendo esta diferença mais acentuada para a safra das secas. Estes resultados corroboram com os obtidos para a massa específica aparente, ou seja, a cultivar Estilo obteve menor valor de massa específica aparente e por sua vez maior porosidade. A comparação entre as safras permite observar maiores valores de porosidade

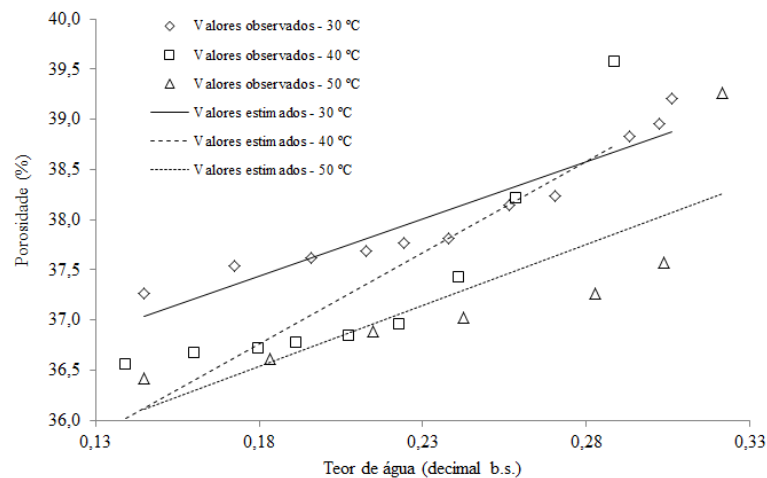
para a safra das águas, em relação a safra da seca em decorrência dos grãos maiores deixarem maiores espaços vazios na massa, corroborando com menores dados de massa específica aparente para a safra das águas.

Além disto, não foi possível indicar qual temperatura de secagem promoveu maiores alterações na porosidade da massa de grãos, visto que para cada cultivar houve um comportamento diferente. Esse fato é decorrência da porosidade dos grãos depender de uma série de fatores como dimensões e forma dos grãos, quantidade de grãos quebrados, impurezas e matérias estranhas na massa de grãos, teor de água inicial no processo de secagem, desuniformidade do produto, entre outros, como citado por Resende (2006); Couto et al. (1999); Mata et al. (2002) e Oliveira Neto et al. (2010) que também estudaram propriedades físicas do feijão durante o processo de secagem.

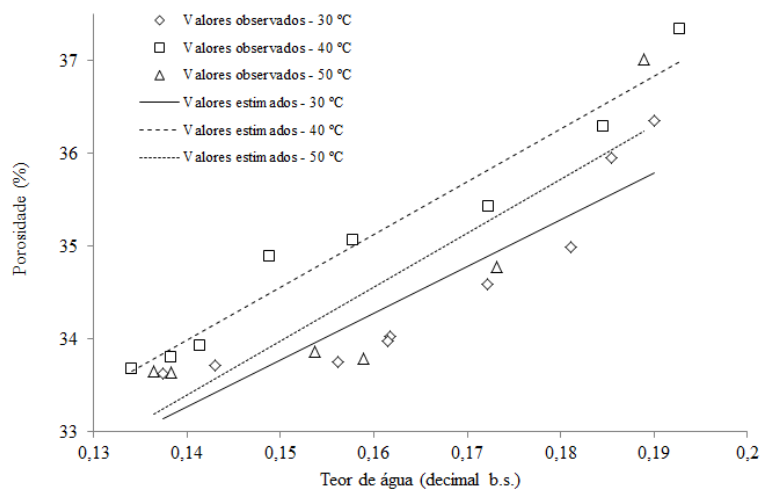
De forma geral é notável que a porosidade apresentou redução em seus valores à medida que ocorreu redução no teor de água durante a secagem. A redução dos espaços intergranulares com a secagem ocorre devido à redução nas dimensões dos grãos, isso faz com que os grãos se acomodem melhor deixando menos espaços vazios na massa (RESENDE, 2006; COUTO et al. 1999; MATA et al. 2002 e OLIVEIRA NETO et al. 2010).



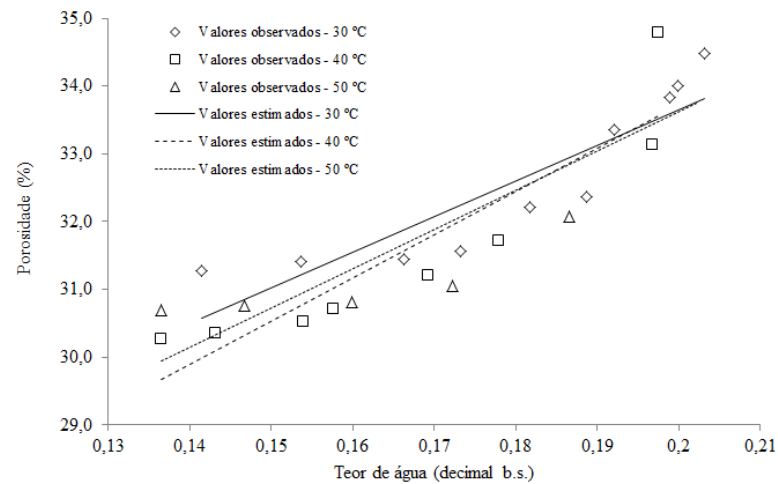
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 13.** Valores experimentais e estimados da porosidade (%), em função do teor de água ao longo da secagem, para diferentes temperaturas, para: (a) cultivar Estilo da safra das águas; (b) cultivar Pérola da safra das águas; (c) cultivar Estilo da safra da seca e (d) cultivar Pérola da safra da seca.

**Tabela 17.** Resultados das análises de variância e regressão para os testes de porosidade dos grãos em três temperaturas do ar de secagem dos grãos de feijão Estilo e Pérola de duas diferentes safras.

| Temperatura            | Cultivares                 |                           |                            |                           |
|------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
|                        | Safra das águas            |                           | Safra da seca              |                           |
| <b>Secagem a 30 °C</b> | <b>Estilo</b>              | <b>Pérola</b>             | <b>Estilo</b>              | <b>Pérola</b>             |
| <b>Regressão</b>       | y = 35,318 +<br>18,498.U** | y = 35,398 +<br>11,348.U* | y = 26,219 +<br>50,406.U** | y = 23,1 +<br>52,78.U**   |
| <b>R<sup>2</sup></b>   | 0,9915                     | 0,8960                    | 0,8323                     | 0,8132                    |
| <b>F</b>               | 8,7342                     | 2,9314                    | 3,9551                     | 17,5566                   |
| <b>CV (%)</b>          | 0,88                       | 1,71                      | 2,56                       | 1,55                      |
| <b>Secagem a 40 °C</b> | <b>Estilo</b>              | <b>Pérola</b>             | <b>Estilo</b>              | <b>Pérola</b>             |
| <b>Regressão</b>       | y = 34,498 +<br>22,416.U** | y = 33,49 +<br>18,145.U** | y = 26,019 +<br>56,936.U** | y = 20,97 +<br>63,713.U** |
| <b>R<sup>2</sup></b>   | 0,8519                     | 0,7721                    | 0,9555                     | 0,8383                    |
| <b>F</b>               | 27,3064                    | 19,6292                   | 4,4375                     | 37,034                    |
| <b>CV (%)</b>          | 0,67                       | 1,04                      | 3,02                       | 1,44                      |
| <b>Secagem a 50 °C</b> | <b>Estilo</b>              | <b>Pérola</b>             | <b>Estilo</b>              | <b>Pérola</b>             |
| <b>Regressão</b>       | y = 35,423 +<br>17,406.U*  | y = 34,35 +<br>12,154.U** | y = 25,269 +<br>58,08.U**  | y = 22,04 +<br>57,935.U** |
| <b>R<sup>2</sup></b>   | 0,9659                     | 0,6923                    | 0,7902                     | 0,7223                    |
| <b>F</b>               | 4,1764                     | 11,5847                   | 5,1979                     | 33,592                    |
| <b>CV (%)</b>          | 1,56                       | 1,30                      | 2,92                       | 1,58                      |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; U: teor de água (decimal b.s.)

### 5.2.8 - Índice de contração volumétrica unitária ( $\Psi$ )

Na Figura 14 são apresentados os resultados para o índice de contração volumétrica unitária e na Tabela 18 os resultados das análises de variância e regressão.

Para efeito de comparação, ajustando-se os resultados a partir dos modelos para um mesmo teor de água, 0,14 (decimal, b.s), verificou-se resultados para a safra das águas, para a cultivar Estilo de 0,84; 0,83; e 0,81, e para a cultivar Pérola de 0,83; 0,84 e 0,81. Para a safra da seca o índice apresentado foi de 0,84; 0,84 e 0,83 para a cultivar Estilo enquanto a cultivar Pérola obteve-se resultados de 0,80; 0,83 e 0,84, ambos para as temperaturas do ar de secagem de 30, 40 e 50 °C.

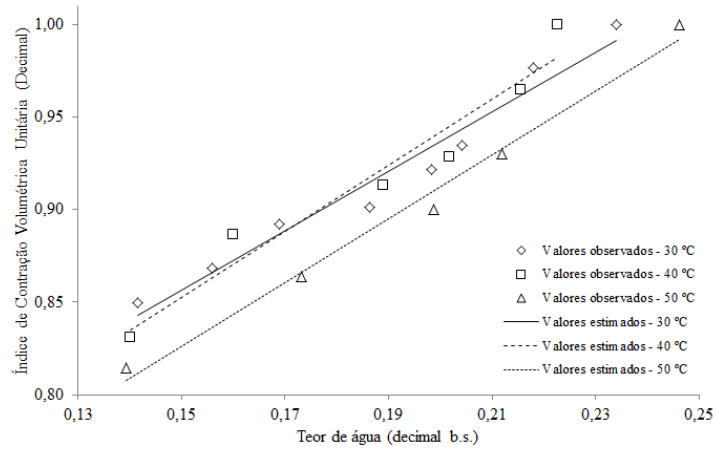
Embora que para todos os processos de secagem analisados, tenha sido possível observar que a contração volumétrica unitária ocorreu a medida que houve perda do teor de água, os grãos das diferentes safras apresentaram comportamento diferente. Na safra das

águas apresentaram uma maior contração quando secos a 50 °C, enquanto para a safra das secas não foi possível identificar distinção entre os tratamentos. Mayor e Sereno (2004) defendem que o encolhimento dos grãos só reflete a perda de água para teores de água maiores, quando os teores de água são menores a mobilidade da água e da matéria seca se tornam reduzidas. Resende et al. (2005) comparou diferentes temperaturas e umidades relativas no processo de secagem e não encontrou diferenças significativas na contração dos grãos.

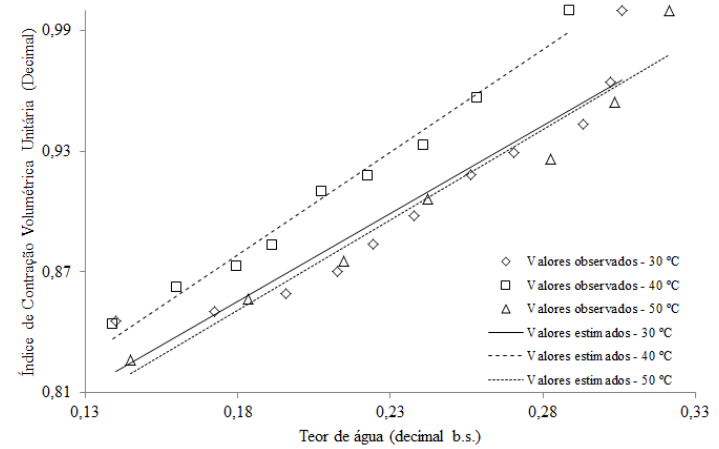
**Tabela 18.** Resultados das análises de variância e regressão para os testes de índice de contração volumétrica unitária dos grãos em três temperaturas do ar de secagem dos grãos de feijão Estilo e Pérola de duas diferentes safras.

| Temperatura          | Cultivares                |                          |                           |                            |
|----------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
|                      | Safr das águas            |                          | Safr da seca              |                            |
| Secagem 30 °C        | Estilo                    | Pérola                   | Estilo                    | Pérola                     |
| <b>Regressão</b>     | y = 0,616 +<br>1,602.U**  | y = 0,698 +<br>0,8742.U  | y = 0,410 +<br>3,0861.U** | y = 0,4582 +<br>2,4438.U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9626                    | 0,9029                   | 0,9808                    | 0,8255                     |
| <b>F</b>             | 25,1172                   | 1,5368                   | 4,4519                    | 8,1168                     |
| <b>CV (%)</b>        | 14,69                     | 16,21                    | 10,53                     | 6,98                       |
| Secagem 40 °C        | Estilo                    | Pérola                   | Estilo                    | Pérola                     |
| <b>Regressão</b>     | y = 0,585 +<br>1,7797.U   | y = 0,694 +<br>1,021.U** | y = 0,416 +<br>3,0004.U** | y = 0,4698 +<br>2,5715.U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9457                    | 0,9824                   | 0,9889                    | 0,9609                     |
| <b>F</b>             | 1,7736                    | 40,9259                  | 4,7405                    | 15,3856                    |
| <b>CV (%)</b>        | 14,80                     | 17,67                    | 10,90                     | 5,72                       |
| Secagem 50 °C        | Estilo                    | Pérola                   | Estilo                    | Pérola                     |
| <b>Regressão</b>     | y = 0,567 +<br>1,7232.U** | y = 0,69 +<br>0,8953.U** | y = 0,377 +<br>3,2596.U** | y = 0,4985 +<br>2,4766.U** |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,9888                    | 0,9565                   | 0,9809                    | 0,9973                     |
| <b>F</b>             | 8,4674                    | 5,3835                   | 4,8697                    | 11,3241                    |
| <b>CV (%)</b>        | 15,90                     | 16,05                    | 10,69                     | 7,56                       |

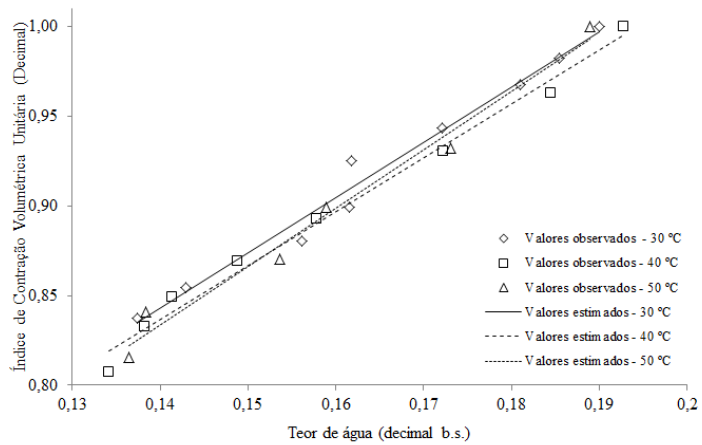
\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. U: teor de água (decimal b.s.)



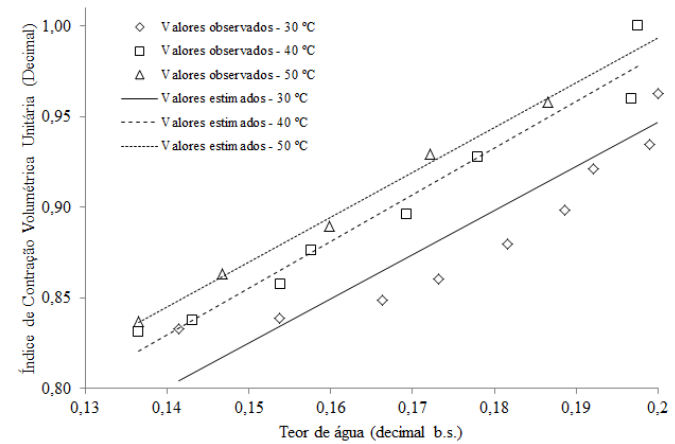
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 14.** Valores experimentais e estimados do índice de contração volumétrica unitária, ao longo da secagem para diferentes temperaturas, para: (a) cultivar Estilo da safra das águas; (b) cultivar Pérola da safra das águas; (c) cultivar Estilo da safra da seca e (d) cultivar Pérola da safra da seca.



### **5.3 - Qualidade tecnológica**

#### **5.3.1 - Teor de água ao longo da armazenagem**

Na Tabela 19 e 20 apresentam-se os valores do teor de água dos grãos para as cultivares Estilo e Pérola da safra das águas e da seca em função do tempo de armazenamento.

Os valores apresentados permitiram perceber que os grãos de modo geral perderam água à medida que se passou o tempo de armazenamento, sendo ainda possível notar que àqueles grãos armazenados à 15 °C apresentaram menor redução nos teores de água ao final dos 6 meses de armazenamento quando comparados aos grãos armazenados à 25 °C. A redução do teor de água dos grãos quando armazenados ao longo do tempo também foi observado por Resende et al. (2008).

Os grãos perdem água para o ar que o cercam buscando o equilíbrio higroscópico, assim, o ar que está mais seco absorve parte da água contida nos grãos, esse processo é potencializado por temperaturas mais altas do armazenamento. O fato dos grãos armazenados nas temperaturas mais altas apresentarem médias menores de teor de água durante todo o período de armazenamento pode ser explicado pela capacidade da temperatura do ar de armazenamento em interferir no equilíbrio higroscópico entre o ar e os grãos, sendo que temperaturas mais altas fazem com que a água contida nos grãos passe para o ar circundante, como apresentado por Silva et al. (1995), Faroni et al. (2005) e Paraginski et al. (2015).

Por outro lado, a perda de água durante o armazenamento pode ser apresentada como um aspecto vantajoso, uma vez que teores de água inferiores dificultam o aparecimento de fungos e reduzem o metabolismo dos grãos, conservando melhor as suas qualidades como apresentado por Paraginski et al. (2015).

**Tabela 19.** Valores de teor de água (decimal, b.s.) dos grãos de feijão das cultivares Estilo e Pérola da safra das águas submetidos à três temperaturas de secagem (30, 40 e 50 °C) e armazenadas durante seis meses à 15 e a 25 °C.

| Tempo de armazenamento (meses) | Cultivar Estilo                   |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | Temperatura de secagem (°C)       |       |       |       |       |       |
|                                | 30                                |       | 40    |       | 50    |       |
|                                | Temperatura de armazenamento (°C) |       |       |       |       |       |
|                                | 15                                | 25    | 15    | 25    | 15    | 25    |
| 0                              | 0,167                             | 0,161 | 0,167 | 0,165 | 0,166 | 0,165 |
| 1                              | 0,163                             | 0,122 | 0,167 | 0,127 | 0,163 | 0,126 |
| 2                              | 0,159                             | 0,117 | 0,159 | 0,115 | 0,157 | 0,112 |
| 3                              | 0,159                             | 0,109 | 0,155 | 0,111 | 0,155 | 0,105 |
| 4                              | 0,157                             | 0,106 | 0,155 | 0,106 | 0,154 | 0,104 |
| 5                              | 0,156                             | 0,100 | 0,154 | 0,101 | 0,152 | 0,101 |
| 6                              | 0,156                             | 0,099 | 0,154 | 0,099 | 0,151 | 0,100 |
| Tempo de armazenamento (meses) | Cultivar Pérola                   |       |       |       |       |       |
|                                | Temperatura de secagem (°C)       |       |       |       |       |       |
|                                | 30                                |       | 40    |       | 50    |       |
|                                | Temperatura de armazenamento (°C) |       |       |       |       |       |
|                                | 15                                | 25    | 15    | 25    | 15    | 25    |
| 0                              | 0,164                             | 0,167 | 0,167 | 0,162 | 0,168 | 0,160 |
| 1                              | 0,160                             | 0,119 | 0,166 | 0,128 | 0,162 | 0,125 |
| 2                              | 0,157                             | 0,117 | 0,164 | 0,125 | 0,159 | 0,123 |
| 3                              | 0,155                             | 0,107 | 0,148 | 0,099 | 0,149 | 0,096 |
| 4                              | 0,151                             | 0,103 | 0,147 | 0,100 | 0,150 | 0,097 |
| 5                              | 0,140                             | 0,093 | 0,142 | 0,097 | 0,141 | 0,095 |
| 6                              | 0,137                             | 0,092 | 0,136 | 0,095 | 0,134 | 0,094 |

**Tabela 20.** Valores de teor de água (decimal, b.s.) dos grãos de feijão das cultivares Estilo e Pérola da safra da seca submetidos à três temperaturas de secagem (30, 40 e 50 °C) e armazenadas durante seis meses à 15 e a 25 °C.

| Tempo de armazenamento (meses) | Cultivar Estilo                   |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | Temperatura de secagem (°C)       |       |       |       |       |       |
|                                | 30                                |       | 40    |       | 50    |       |
|                                | Temperatura de armazenamento (°C) |       |       |       |       |       |
|                                | 15                                | 25    | 15    | 25    | 15    | 25    |
| 0                              | 0,166                             | 1,154 | 0,175 | 0,149 | 0,177 | 0,146 |
| 1                              | 0,160                             | 0,116 | 0,169 | 0,122 | 0,160 | 0,117 |
| 2                              | 0,159                             | 0,110 | 0,149 | 0,108 | 0,153 | 0,114 |
| 3                              | 0,155                             | 0,101 | 0,143 | 0,103 | 0,146 | 0,107 |
| 4                              | 0,151                             | 0,098 | 0,136 | 0,101 | 0,144 | 0,096 |
| 5                              | 0,150                             | 0,095 | 0,134 | 0,099 | 0,139 | 0,090 |
| 6                              | 0,149                             | 0,093 | 0,129 | 0,092 | 0,135 | 0,085 |

| Tempo de armazenamento (meses) | Cultivar Pérola                   |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | Temperatura de secagem (°C)       |       |       |       |       |       |
|                                | 30                                |       | 40    |       | 50    |       |
|                                | Temperatura de armazenamento (°C) |       |       |       |       |       |
|                                | 15                                | 25    | 15    | 25    | 15    | 25    |
| 0                              | 0,166                             | 0,146 | 0,152 | 0,152 | 0,156 | 0,148 |
| 1                              | 0,164                             | 0,120 | 0,146 | 0,145 | 0,149 | 0,132 |
| 2                              | 0,157                             | 0,114 | 0,144 | 0,138 | 0,137 | 0,121 |
| 3                              | 0,153                             | 0,110 | 0,140 | 0,113 | 0,133 | 0,118 |
| 4                              | 0,147                             | 0,105 | 0,135 | 0,101 | 0,130 | 0,114 |
| 5                              | 0,143                             | 0,102 | 0,132 | 0,099 | 0,128 | 0,095 |
| 6                              | 0,136                             | 0,092 | 0,127 | 0,092 | 0,125 | 0,084 |

### 5.3.2 - Tempo de cocção

Nas Tabelas 21 e 22 são apresentados o resumo da análise de variância para o tempo de cocção (TC), absorção de água (AA), germinação (G) e condutividade elétrica (CE) para as cultivares Estilo e Pérola da safra das águas.

Em relação a cultivar Estilo é possível observar a interação dos fatores de temperatura de secagem, temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento, sendo o teste de média para a interação apresentado na Tabela 23. Grãos secos à 30 °C conservaram a sua qualidade até o terceiro mês de armazenamento quando mantido à 15 °C, enquanto aqueles armazenados à 25 °C conservaram sua qualidade apenas até o segundo mês. O produto seco a 40 °C quando armazenado a 15 °C manteve suas características até o quarto mês enquanto o

armazenado a 25 °C conservou o tempo de cocção apenas até o segundo mês de armazenamento. A secagem a 50 °C manteve a qualidade do produto até o terceiro mês de armazenamento para ambas temperaturas de armazenagem.

**Tabela 21.** Resumo da análise de variância para o tempo de cocção (TC), absorção de água (AA), germinação (G) e condutividade elétrica (CE), para a cultivar Estilo da safra das águas.

| Quadrados Médios   |     |                    |           | Quadrados Médios   |     |                    |                     |
|--------------------|-----|--------------------|-----------|--------------------|-----|--------------------|---------------------|
| FV                 | GL  | TC                 | AA        | FV                 | GL  | G                  | CE                  |
| T.sec.(A)          | 2   | 7,80 <sup>ns</sup> | 0,00178ns | T.sec.(A)          | 2   | 1020,04**          | 731,49**            |
| Erro (a)           | 6   | 2,60               | 0,00574   | Erro (a)           | 9   | 4,36               | 62,56               |
| Parcelas           | 8   | --                 | --        | Parcelas           | 11  | --                 | --                  |
| T.armaz.(B)        | 1   | 65,37**            | 0,18123** | T.armaz.(B)        | 1   | 143,00**           | 2169,91**           |
| (A)x(B)            | 2   | 2,09 <sup>ns</sup> | 0,00092ns | (A)x(B)            | 2   | 17,14*             | 49,71*              |
| Erro (b)           | 6   | 2,54               | 0,00995   | Erro (b)           | 9   | 3,08               | 6,36                |
| Subparcelas        | 17  | --                 | --        | Subparcelas        | 23  | --                 | --                  |
| Tempo<br>armaz.(C) | 6   | 320,34**           | 0,07411** | Tempo<br>armaz.(C) | 6   | 620,81**           | 10524,89**          |
| (A)x(C)            | 12  | 1,90 <sup>ns</sup> | 0,00040** | (A)x(C)            | 12  | 47,59**            | 68,63**             |
| (B)x(C)            | 6   | 6,12 <sup>ns</sup> | 0,01037ns | (B)x(C)            | 6   | 12,15**            | 84,57**             |
| (A)x(B)x(C)        | 12  | 1,21*              | 0,00050** | (A)x(B)x(C)        | 12  | 3,38 <sup>ns</sup> | 13,92 <sup>ns</sup> |
| Erro (c)           | 72  | 3,74               | 0,00752   | Erro (c)           | 108 | 3,19               | 20,24               |
| Total              | 125 | --                 | --        | Total              | 167 | --                 | --                  |

\*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ); \*significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0.01 < p < 0.05$ ); <sup>ns</sup> = não significativo ( $p > 0,05$ ).

A medida em que se aumentou o tempo de armazenamento o tempo de cozimento também foi aumentando, sendo que para as três temperaturas de secagem testadas foi possível manter a qualidade inicial até o terceiro mês de armazenamento quando armazenadas a 15°C e até o segundo mês quanto armazenadas a 25°C.

Em relação a cultivar Pérola (Tabela 22) apenas houve efeito significativo para o tempo de cocção da temperatura de armazenagem e do tempo de armazenamento, isoladamente. Na Tabela 24 apresentam-se o teste de média para a temperatura de armazenamento, onde é possível verificar que o menor tempo de cocção foi obtido com os grãos armazenados à 15 °C.

**Tabela 22.** Resumo da análise de variância para o tempo de cocção (TC), absorção de água (AA), germinação (G) e condutividade elétrica (CE), para a cultivar Pérola da safra das águas.

| Quadrados Médios   |     |                     |           | Quadrados Médios   |     |          |            |
|--------------------|-----|---------------------|-----------|--------------------|-----|----------|------------|
| FV                 | GL  | TC                  | AA        | FV                 | GL  | G        | CE         |
| T.sec.(A)          | 2   | 11,56 <sup>ns</sup> | 0,00213ns | T.sec.(A)          | 2   | 383,58** | 4746,17**  |
| Erro (a)           | 6   | 4,32                | 0,00162   | Erro (a)           | 9   | 2,74     | 40,86      |
| Parcelas           | 8   | --                  | --        | Parcelas           | 11  | --       | --         |
| T.armaz.(B)        | 1   | 41,34**             | 0,41227** | T.armaz.(B)        | 1   | 363,14** | 11870,68** |
| (A)x(B)            | 2   | 0,55 <sup>ns</sup>  | 0,01336*  | (A)x(B)            | 2   | 92,04**  | 228,39**   |
| Erro (b)           | 6   | 2,51                | 0,00180   | Erro (b)           | 9   | 3,56     | 17,45      |
| Subparcelas        | 17  | --                  | --        | Subparcelas        | 23  | --       | --         |
| Tempo<br>armaz.(C) | 6   | 282,32**            | 0,19672** | Tempo<br>armaz.(C) | 6   | 693,71** | 19003,34** |
| (A)x(C)            | 12  | 3,17 <sup>ns</sup>  | 0,00190ns | (A)x(C)            | 12  | 8,09**   | 18,64ns    |
| (B)x(C)            | 6   | 5,37 <sup>ns</sup>  | 0,03395** | (B)x(C)            | 6   | 16,74**  | 461,85**   |
| (A)x(B)x(C)        | 12  | 2,29 <sup>ns</sup>  | 0,00094** | (A)x(B)x(C)        | 12  | 5,20**   | 40,07ns    |
| Erro (c)           | 72  | 3,22                | 0,00501   | Erro (c)           | 108 | 1,83     | 44,59      |
| Total              | 125 | --                  | --        | Total              | 167 | --       | --         |

\*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ); \*significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0.01 < p < 0.05$ ); <sup>ns</sup> = não significativo ( $p > 0,05$ ).

Na tabela 25 é apresentado o teste de média para o tempo de armazenamento. É possível notar que a partir do segundo mês de armazenamento houve aumento significativo no tempo de cocção dos grãos de feijão, indicado perda de qualidade.

Nas Tabelas 26 e 27 apresentam-se o resumo da análise de variância para os testes realizados na etapa de armazenamento para as cultivares das safras da seca, onde é possível observar que houve uma interação para os três fatores analisados.

**Tabela 23.** Valores médios do tempo de cocção (minutos) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das águas, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |          |           |           |           |          |         |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|
|                             |                                   | 0                              | 1        | 2         | 3         | 4         | 5        | 6       |
| 30                          | 15                                | 23,00 D                        | 25,02 CD | 25,11 CD  | 26,61 BCD | 29,60 ABC | 30,72 AB | 34,31 A |
|                             | 25                                | 22,80 D                        | 24,52 D  | 25,30 CD  | 29,96 BC  | 30,23 B   | 32,38 B  | 37,48 A |
| 40                          | 15                                | 23,62 C                        | 25,28 C  | 26,30 BC  | 27,61 BC  | 28,02 BC  | 30,64 AB | 34,64 A |
|                             | 25                                | 24,41 D                        | 27,29 CD | 28,11 BCD | 29,46 BC  | 30,16 BC  | 32,34 B  | 38,04 A |
| 50                          | 15                                | 24,22 D                        | 25,88 CD | 26,66 BCD | 27,53 BCD | 30,20 ABC | 30,89 AB | 34,76 A |
|                             | 25                                | 23,83 D                        | 26,86 CD | 27,94 BCD | 28,56 BCD | 29,70 BC  | 32,41 B  | 39,13 A |

Médias seguidas pela mesma letra na linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 24.** Valores médios do tempo de cocção (minutos) dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das águas, sob diferentes temperaturas de armazenamento.

| Temperatura de armazenamento (°C) | Médias do tempo de cocção (minutos) |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 15                                | 26,94 b                             |
| 25                                | 28,08 a                             |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 25.** Valores médios do tempo de cocção (minutos) dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das águas, sob diferentes tempos de armazenamento.

| Tempo de armazenamento (°C) | Médias do tempo de cocção (minutos) |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 0                           | 22,36 d                             |
| 1                           | 23,62 d                             |
| 2                           | 25,84 c                             |
| 3                           | 27,35 bc                            |
| 4                           | 28,67 b                             |
| 5                           | 31,63 a                             |
| 6                           | 33,10 a                             |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 26.** Resumo da análise de variância para o tempo de cocção (TC), absorção de água (AA), germinação (G) e condutividade elétrica (CE), para a cultivar Estilo da safra da seca.

| Quadrados Médios   |    |          |           | Quadrados Médios   |     |          |            |
|--------------------|----|----------|-----------|--------------------|-----|----------|------------|
| FV                 | GL | TC       | AA        | FV                 | GL  | G        | CE         |
| T.sec.(A)          | 2  | 382,14** | 0,15**    | T.sec.(A)          | 2   | 257,29** | 7261,67**  |
| Erro (a)           | 6  | 0,08     | 0,00014   | Erro (a)           | 9   | 0,97     | 12,40      |
| Parcelas           | 8  | --       | --        | Parcelas           | 11  | --       | --         |
| T.armaz.(B)        | 1  | 160,12** | 0,01086** | T.armaz.(B)        | 1   | 166,00** | 7691,46**  |
| (A)x(B)            | 2  | 0,77ns   | 0,00740** | (A)x(B)            | 2   | 5,75*    | 504,99**   |
| Erro (b)           | 6  | 0,33     | 0,00010   | Erro (b)           | 9   | 1,11     | 5,26       |
| Subparcelas        | 17 | --       | --        | Subparcelas        | 23  | --       | --         |
| Tempo<br>armaz.(C) | 6  | 78,15**  | 0,01201** | Tempo<br>armaz.(C) | 6   | 204,91** | 10369,19** |
| (A)x(C)            | 12 | 0,79**   | 0,0014*   | (A)x(C)            | 12  | 9,32**   | 83,79**    |
| (B)x(C)            | 6  | 8,78**   | 0,00123** | (B)x(C)            | 6   | 17,95**  | 177,56**   |
| (A)x(B)x(C)        | 12 | 2,14**   | 0,00071*  | (A)x(B)x(C)        | 12  | 3,91**   | 33,37**    |
| Erro (c)           | 72 | 0,12     | 0,00012   | Erro (c)           | 108 | 1,35     | 6,93       |
| Total              | 12 | --       | --        | Total              | 167 | --       | --         |
|                    | 5  |          |           |                    |     |          |            |

\*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ); \*significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0.01 < p < 0.05$ ); ns = não significativo ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 27.** Resumo da análise de variância para o tempo de cocção (TC), absorção de água (AA), germinação (G) e condutividade elétrica (CE), para a cultivar Pérola da safra da seca.

| Quadrados Médios   |     |          |                      | Quadrados Médios   |    |          |           |
|--------------------|-----|----------|----------------------|--------------------|----|----------|-----------|
| FV                 | GL  | TC       | AA                   | FV                 | GL | G        | CE        |
| T.sec.(A)          | 2   | 335,50** | 0,045**              | T.sec.(A)          | 2  | 248,79** | 16716,5** |
| Erro (a)           | 6   | 0,39     | 0,00097              | Erro (a)           | 9  | 0,87     | 8,00      |
| Parcelas           | 8   | --       | --                   | Parcelas           | 11 | --       | --        |
| T.armaz.(B)        | 1   | 183,61** | 0,667**              | T.armaz.(B)        | 1  | 192,86** | 5553,68** |
| (A)x(B)            | 2   | 2,73*    | 0,0005 <sub>ns</sub> | (A)x(B)            | 2  | 25,95**  | 12,63**   |
| Erro (b)           | 6   | 0,32     | 0,00059              | Erro (b)           | 9  | 0,95     | 1,27      |
| Subparcelas        | 17  | --       | --                   | Subparcelas        | 23 | --       | --        |
| Tempo<br>armaz.(C) | 6   | 165,01** | 0,106**              | Tempo<br>armaz.(C) | 6  | 511,56** | 6312,67** |
| (A)x(C)            | 12  | 3,76**   | 0,0012*              | (A)x(C)            | 12 | 11,30**  | 38,17**   |
| (B)x(C)            | 6   | 9,68**   | 0,003**              | (B)x(C)            | 6  | 11,56**  | 83,14**   |
| (A)x(B)x(C)        | 12  | 0,71**   | 0,0011*              | (A)x(B)x(C)        | 12 | 4,03**   | 30,83**   |
| Erro (c)           | 72  | 0,19     | 0,00059              | Erro (c)           | 10 | 1,33     | 3,43      |
| Total              | 125 | --       | --                   | Total              | 16 | --       | --        |
|                    |     |          |                      |                    | 7  |          |           |

\*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ); \*significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0.01 \leq p < 0.05$ ); <sup>ns</sup> = não significativo ( $p > 0,05$ ).

Para a cultivar Estilo da safra da seca, o teste de média para os valores de cocção é apresentado na Tabela 28, onde apresentou uma melhor conservação do produto quando armazenado a 15 °C, uma vez que os grãos armazenados à 25 °C atingiram primeiramente qualidade inferior. O teste de média da cultivar Pérola da safra da seca pode ser analisado na Tabela 29, onde os grãos secos à 30 °C apresentaram melhor qualidade ao final do período de armazenamento tanto para os grãos armazenados a 15 °C como os armazenados à 25 °C quando comparados com os grãos secos em outras temperaturas, para este cultivar, o armazenamento à 15 °C apresentou uma capacidade superior na conservação dos grãos que os armazenados a 25 °C, independente da temperatura de secagem.

Por fim, estes resultados corroboram com os apresentados por Resende et al. (2008), Coelho et al. (2006), e Ribeiro et al. (2007), onde os grãos de feijão tiveram um aumento gradativo no tempo de cocção a medida em que se avançou o tempo de armazenamento. Alguns autores concordam ainda com o efeito da temperatura de armazenagem no tempo de cocção (COELHO et al. 2009; OLIVEIRA et al. 2011), como evidenciado mais nitidamente



pela cultivar Pérola, em que temperaturas maiores deixam os grãos mais propensos ao endurecimento. Esse efeito *Hard to cook* é caracterizado pelo enrijecimento do tegumento e também dos cotilédones, fator agravado pelo aumento da temperatura de armazenagem.

Para Oliveira et al. (2013) os grãos apresentam boa qualidade para o cozimento quanto estes atingem o ponto de cocção em menos de 30 minutos, analisando as cultivares, foi possível observar que os grãos da cultivar Estilo da safra das águas apresentaram essa qualidade até o 4º mês de armazenamento, assim como também observado para a cultivar Estilo da safra das águas. Os grãos das cultivares Estilo e Pérola da safra da seca apresentaram tempo de cocção desejável até o sexto mês de armazenamento em todas as situações, com exceção da cultivar Estilo da seca em que os grãos foram submetidos à secagem à 50 °C e armazenados à 25 °C.

**Tabela 28.** Valores médios do tempo de cocção (minutos) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das seca, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |          |          |          |          |          |         |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
|                             |                                   | 0                              | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6       |
| 30                          | 15                                | 19,29 D                        | 19,59 D  | 19,81 D  | 20,91 C  | 22,24 B  | 23,08 B  | 24,01 A |
|                             | 25                                | 19,86 E                        | 20,66 E  | 22,74 D  | 23,52 CD | 24,21 C  | 25,24 B  | 26,50 A |
| 40                          | 15                                | 22,18 D                        | 22,51 CD | 22,75 CD | 22,93 CD | 23,25 BC | 23,85 B  | 24,98 A |
|                             | 25                                | 22,22 E                        | 22,41 E  | 22,22 D  | 24,89 CD | 25,30 C  | 28,45 B  | 30,88 A |
| 50                          | 15                                | 25,56 D                        | 25,62 D  | 25,77 D  | 26,08 D  | 27,38 C  | 28,31 B  | 29,92 A |
|                             | 25                                | 24,41 E                        | 26,04 E  | 28,65 D  | 30,26 C  | 31,47 B  | 31,84 AB | 32,58 A |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 29.** Valores médios do tempo de cocção (minutos) dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das seca, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |         |         |          |         |          |         |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                             |                                   | 0                              | 1       | 2       | 3        | 4       | 5        | 6       |
| 30                          | 15                                | 15,48 C                        | 15,73 C | 15,89 C | 16,19 C  | 17,75 B | 18,75 AB | 19,46 A |
|                             | 25                                | 15,50 E                        | 15,67 E | 17,39 D | 19,73 C  | 21,26 B | 22,23 B  | 23,50 A |
| 40                          | 15                                | 17,16 D                        | 17,29 D | 17,46 D | 19,61 C  | 21,13 B | 22,18 B  | 23,33 A |
|                             | 25                                | 17,28 F                        | 18,74 E | 20,20 D | 23,62 C  | 25,51 B | 26,46 AB | 27,19 A |
| 50                          | 15                                | 18,72 D                        | 18,86 D | 22,45 C | 23,46 BC | 24,33 B | 25,62 A  | 26,45 A |
|                             | 25                                | 18,29 F                        | 21,01 E | 23,89 D | 25,11 C  | 27,37 B | 28,38 B  | 29,68 A |

Médias seguidas pela mesma letra linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

### 5.3.5 – Germinação

Na Tabela 21 foi possível concluir que a interação dos três fatores não apresentou um efeito significativo sobre a qualidade dos grãos da cultivar Estilo, embora notou-se as três interações duplas significativas. Na Tabela 30 apresenta-se a interação da temperatura de secagem com a temperatura de armazenamento. Observou-se com o aumento da temperatura de secagem um efeito deletério sobre a germinação das sementes, a temperatura de armazenagem agravou ainda mais a perda do potencial germinativo das sementes secas nas temperaturas mais elevadas, como a 40 e 50 °C.

Na Tabela 31 (interação entre temperatura de secagem e tempo de armazenamento) observou-se que as sementes secas a 50 °C apresentaram menor potencial germinativo antes mesmo de terem sido submetidos ao armazenamento (tempo zero), e a partir do segundo mês de armazenagem pode-se identificar diferença significativa entre a secagem de 30 e 40 °C.

Os valores apresentados na Tabela 32 (interação entre temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento) mostram que as sementes mantiveram os mesmos resultados para a temperatura de armazenamento até o 4º mês, sendo que no 5º mês aquelas mantidas sob temperaturas de 25 °C apresentaram médias menores de germinação.

O teste de germinação da cultivar Pérola da safra das águas sofreu uma interação dos três fatores analisados como pode ser observado na Tabela 22. Na Tabela 33 apresenta-se esta interação tripla. Notou-se, que ao passar dos meses a cultivar Pérola teve uma queda nos valores de germinação para todos os tratamentos. Para as sementes secas a 40 e 50 °C, a perda de qualidade foi mais severa quando armazenadas a 25 °C, chegando ao sexto mês com médias inferiores daquelas armazenadas à 15 °C.

**Tabela 30.** Valores médios do teste de germinação (%) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das águas, sob diferentes temperaturas de secagem e armazenamento.

| Temperatura de secagem<br>(°C) | Temperatura de armazenamento (°C) |       |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------|
|                                | 15                                | 25    |
| 30                             | 95 aA                             | 95 aA |
| 40                             | 92 bA                             | 89 bB |
| 50                             | 88 cA                             | 85 cB |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A cultivar Estilo da safra da seca tem seu teste de média apresentado na Tabela 34, em que é possível notar a condição menos favorável para a conservação das características de sementes foi secando à 50 °C e mantendo-os à 25 °C. Para a secagem a 30 e 40 °C as sementes

ainda apresentaram maior perda de germinação quando armazenadas à 25 °C, sendo que a temperatura de 15 °C foi a melhor verificada para o armazenamento dos grãos/sementes. A cultivar Pérola da safra da seca, apresentada na Tabela 35 mostrou que a germinação das sementes teve o mesmo comportamento, independente da temperatura de secagem, ou seja, mantiveram a mesma qualidade quando armazenada à 15 °C e perderam igualmente o potencial germinativo quando armazenadas à 25 °C para as três secagens analisadas.

**Tabela 31.** Valores médios dos testes de germinação (%) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das águas, sob diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento.

| Temperatura de secagem<br>(°C) | Tempo de armazenamento (meses) |        |        |        |        |        |       |
|--------------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                                | 0                              | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6     |
| 30                             | 99 aA                          | 98 aAB | 96 aBC | 93 aD  | 94 aCD | 93 aD  | 91 aE |
| 40                             | 98 abA                         | 97 aA  | 91 bB  | 90 bBC | 88 bCD | 86 bDE | 85 bE |
| 50                             | 97 bA                          | 94 bA  | 91 bB  | 84 cC  | 84 cCD | 79 cDE | 78 cE |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 32.** Valores médios dos testes de germinação (%) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das águas, sob diferentes temperaturas e tempos de armazenagem.

| Temperatura de<br>armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |       |       |       |        |        |       |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
|                                      | 0                              | 1     | 2     | 3     | 4      | 5      | 6     |
| 15                                   | 98 aA                          | 97 aA | 93 aB | 90 aC | 89 aC  | 88 aCD | 86 aD |
| 25                                   | 98 aA                          | 96 aA | 92 aB | 88 aC | 86 bCD | 85 bDE | 83 bE |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Para as duas cultivares de feijão analisadas, independente da safra foi notado uma maior queda do teor de germinação ao longo do armazenamento, o que era esperado em virtude da desorganização e perda da integridade das membranas celulares, fato este diretamente relacionado ao aumento nos valores dos testes de condutividade elétrica, e evidenciado para secagem em temperaturas mais elevadas. Estas correlações foram estudadas e apresentadas por Corrêa e Afonso Junior (1999); Andrade et al. (2006); Almeida et al. (2013); Dias et al. (2012); Lima et al. (2011), que apontaram ainda uma maior redução do potencial germinativo durante o armazenamento para grãos secos em temperaturas maiores. O mesmo foi observado para outras culturas como arroz irrigado (SARAVIA et al., 2007); mamão (CARLESSO et al., 2009); milho (CONCEIÇÃO et al., 2012); araucária (BIANCHETTI et al., 1981) e pinhão manso (ZONTA et al., 2011).

Afonso Júnior e Costa (2000) relataram que a qualidade da semente e a suscetibilidade à quebra podem estar diretamente relacionadas não só com a temperatura de secagem mas também com o teor de água em que as sementes foram colhidas. Sementes com teores de água mais elevados, sofrem tanto mais danos na hora da colheita como na secagem, pela elevada taxa de remoção de água do produto.

O presente trabalho verificou uma redução da germinação a medida que se decorreu o tempo de armazenamento, independente da temperatura de secagem e da temperatura de armazenamento utilizadas. Ainda assim as maiores perdas foram obtidas nos grãos armazenados em temperaturas maiores, estes resultados corroboram com os estudos feitos por Costa et al. (2010), Santos et al. (2005), e Zucareli et al. (2015) e Lima et al. (2011). Para os mesmos autores a redução dos teores de germinação é uma consequência da alteração da estrutura das membranas dos grãos, onde temperatura e umidade elevadas provocam mais perdas mesmo em períodos menores. Para Paraginski et al. (2015) temperaturas elevadas reduzem o tempo de armazenamento seguro de grãos e sementes.

Os diferentes comportamentos dos cultivares podem estar associados ao próprio genótipo, assim cada cultivar pode apresentar um comportamento diferente como mostrado por Santos et al. (2005). Esse fator pode ser resultado da atividade enzimática que se comporta diferente em cada cultivar durante o tempo de armazenamento. Outro ponto importante apresentado pelo autor é que independente de alterações no vigor e germinação o tempo de armazenamento tem um efeito danoso sobre o tamanho das plântulas, caule e raiz. A diferente conservação do potencial de germinação das sementes pode ter sido uma consequência do diferente teor de água durante o processo de colheita e ao início do processo de secagem, em que teores maiores se tornam prejudiciais por aumentarem a possibilidade de ocorrência de danos nos cotilédones e no embrião, como apontado por Afonso Júnior e Corrêa (2000).

De acordo com Brasil (2005) o parâmetro para a comercialização de sementes de feijão é com potencial germinativo de 80%. Com base nessa informação e analisando o presente trabalho, os grãos da cultivar Estilo da safra das águas, Tabela 31, apresentaram percentuais de germinação adequados a comercialização até o sexto mês de armazenamento para todos os tratamentos realizados, com exceção dos grãos do sexto mês de armazenamento secos à 50 °C. Os grãos da cultivar Pérola da safra das águas, apresentaram conservação do potencial germinativo até o sexto mês de armazenamento, com exceção dos grãos secos a 40 e 50 °C quando armazenados à 25 °C. Os grãos provenientes da safra da seca apresentaram em todas as situações analisadas valores satisfatórios de germinação. Os altos valores encontrados

mesmo em secagens de temperaturas elevadas podem ser justificados pelas secagens intermitentes, onde os grãos eram retirados da secagem para homogeneização , isso resfria a massa dos grãos diminuindo danos fisiológicos (SARAVIA, et al. 2007; AHRENS; LOLLATO, 1997). Os maiores valores de germinação obtidos pelos cultivares da safra da seca, podem ser explicados pelo teor de água na colheita, uma vez que reduzido, proporciona menos danos fisiológicos tanto na colheita como no processo de secagem (AFONSO JÚNIOR; CORRÊA, 2010; CORRÊA; AFONSO JÚNIOR, 1999).

**Tabela 33.** Valores médios de germinação (%) dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das águas, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |      |       |       |       |       |      |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|
|                             |                                   | 0                              | 1    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6    |
| 30                          | 15                                | 99 A                           | 95 B | 93 BC | 93 CD | 89 DE | 88 E  | 85 F |
|                             | 25                                | 98 A                           | 95 B | 92 B  | 92 C  | 90 CD | 89 D  | 83 E |
| 40                          | 15                                | 98 A                           | 94 B | 94 B  | 90 C  | 88 CD | 86 D  | 86 D |
|                             | 25                                | 98 A                           | 92 B | 92 B  | 86 C  | 83 CD | 82 D  | 78 E |
| 50                          | 15                                | 97 A                           | 93 B | 93 B  | 87 C  | 85 CD | 85 CD | 83 D |
|                             | 25                                | 95 A                           | 90 B | 90 B  | 82 D  | 80 DE | 78 E  | 75 F |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 34.** Valores médios de germinação (%) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das seca, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |       |        |        |        |       |      |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
|                             |                                   | 0                              | 1     | 2      | 3      | 4      | 5     | 6    |
| 30                          | 15                                | 100 A                          | 99 AB | 98 ABC | 94 BCD | 96 CD  | 95 D  | 95 D |
|                             | 25                                | 100 A                          | 98 AB | 96 BC  | 95 CD  | 94 CDE | 93 DE | 92 E |
| 40                          | 15                                | 98 A                           | 97 AB | 96 AB  | 94 BC  | 94 BC  | 93 C  | 93 C |
|                             | 25                                | 98 A                           | 96 AB | 95 BC  | 93 CD  | 92 D   | 91 DE | 89 E |
| 50                          | 15                                | 97 A                           | 96 AB | 94 BC  | 93 C   | 92 C   | 91 CD | 90 D |
|                             | 25                                | 97 A                           | 95 AB | 94 BC  | 92 C   | 89 D   | 85 E  | 82 F |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 35.** Valores médios de germinação (%) dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das seca, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |       |       |       |       |       |      |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|                             |                                   | 0                              | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6    |
| 30                          | 15                                | 99 A                           | 99 A  | 98 AB | 96 BC | 95 CD | 94 CD | 93 D |
|                             | 25                                | 100 A                          | 99 AB | 97 BC | 95 CD | 95 CD | 94 DE | 92 E |
| 40                          | 15                                | 99 A                           | 99 A  | 98 A  | 97 AB | 95 BC | 93 CD | 93 D |
|                             | 25                                | 99 A                           | 97 AB | 95 B  | 90 C  | 88 D  | 86 DE | 85 E |
| 50                          | 15                                | 99 A                           | 98 A  | 98 A  | 97 AB | 95 BC | 93 CD | 92 D |
|                             | 25                                | 99 A                           | 97 A  | 92 B  | 92 B  | 89 C  | 86 D  | 82 E |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.



### 5.3.4 - Condutividade elétrica

De acordo com a Tabela 21, para a cultivar Estilo da safra das águas é possível notar que não houve interação entre os três fatores analisados. Por outro lado, as três interações duplas foram todas significativas. Na Tabela 36 apresenta-se o resultado da interação da temperatura de secagem e a temperatura de armazenamento. Os grãos secos a 30 e 40 °C e armazenados a 15 °C apresentaram melhores resultados quando comparados aos demais tratamentos.

Na Tabela 37 (interação entre temperatura de secagem e do tempo de armazenamento) constatou-se melhores resultados para a secagem a 30 °C e piora na qualidade a partir do primeiro mês de armazenamento, para todas as temperaturas de secagem, além de se observar claramente o efeito deletério da secagem a 50 °C no tempo 0.

Na Tabela 38 (interação entre temperatura de armazenagem e o tempo de armazenagem) foi verificado melhores resultados para a temperatura de armazenagem de 15 °C apenas a partir do primeiro mês de armazenagem, e piora na qualidade a partir do primeiro mês de armazenagem, para ambas temperaturas de armazenagem.

**Tabela 36.** Valores médios da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das águas, sob diferentes temperaturas de secagem e armazenagem.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenagem (°C) |           |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------|
|                             | 15                              | 25        |
| 30                          | 86,21 bB                        | 92,72 bA  |
| 40                          | 90,29 abB                       | 96,03 bA  |
| 50                          | 92,03 aB                        | 101,35 aA |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 37.** Valores médios da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das águas, sob diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenagem.

| Temperatura de secagem (°C) | Tempo de armazenagem (meses) |          |          |           |            |            |           |
|-----------------------------|------------------------------|----------|----------|-----------|------------|------------|-----------|
|                             | 0                            | 1        | 2        | 3         | 4          | 5          | 6         |
| 30                          | 50,90 bD                     | 66,76 bC | 97,64 aB | 99,27 aAB | 101,88 aAB | 104,31 bAB | 105,48 bA |
| 40                          | 55,29 bE                     | 75,42 aD | 95,59 aC | 97,36 aC  | 104,81 aB  | 110,71 aAB | 112,95 aA |
| 50                          | 63,26 aD                     | 73,03 aC | 99,38 aB | 102,54 aB | 105,50 aB  | 114,89 aA  | 118,25 aA |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 38.** Valores médios da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das águas, sob diferentes temperaturas e tempos de armazenamento.

| Temperatura de Armazenagem (°C) | Tempo de Armazenamento (meses) |          |           |            |            |            |           |
|---------------------------------|--------------------------------|----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
|                                 | 0                              | 1        | 2         | 3          | 4          | 5          | 6         |
| 15                              | 55,69 aF                       | 69,17 bE | 94,54 bD  | 96,58 bCD  | 100,42 bBC | 104,16 bAB | 106,03 bA |
| 25                              | 57,28 aE                       | 74,31 aD | 100,54 aC | 102,87 aBC | 107,70 aB  | 115,78 aA  | 118,43 aA |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Em relação a cultivar Pérola da safra das águas, análise de variância apresentada na Tabela 22, pode ser verificado que não houve interação dos três fatores analisados e somente interação dupla entre a temperatura de secagem com a temperatura de armazenamento e da temperatura de armazenamento sobre o tempo de armazenamento.

Para a interação temperatura de secagem e tempo de armazenamento (Tabela 39), observa-se que os grãos submetidos a secagem a 30 °C e armazenados a 15 °C apresentaram menores valores de condutividade elétrica que aqueles secos a 40 e 50 °C. Ainda assim, os grãos que mais sofreram deterioração foram aqueles onde a secagem procedeu à 50 °C e permaneceram armazenados à 25 °C.

Na Tabela 34 apresenta-se a interação dos fatores temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento. No tempo 0, ou início da etapa de armazenamento, foi possível observar que não houve diferença em relação à temperatura de armazenamento, e isto se deve ao fato dos grãos ainda não terem sido expostos às diferentes temperaturas de armazenagem. A partir do primeiro mês de armazenamento observou-se que os grãos armazenados a 15°C apresentaram maior conservação dos valores de condutividade elétrica enquanto aqueles armazenados a 25°C tiveram maiores variação nos valores de condutividade elétrica. Logo a melhor condição encontrada para o armazenamento dos grãos foi à 15 °C quando comparada a armazenagem a 25 °C.

**Tabela 39.** Valores médios da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das águas, sob diferentes temperaturas de secagem e armazenamento

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) |             |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------|
|                             | 15                                | 25          |
| 30                          | 112,0432 cB                       | 132,7652 bA |
| 40                          | 119,0867 bB                       | 136,1445 bA |
| 50                          | 133,9757 aB                       | 146,6310 aA |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 40.** Valores médios da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das águas, sob diferentes temperaturas e tempos de armazenamento.

| Temperatura de armazenamento<br>(°C) | Tempo de armazenamento (meses) |          |           |            |            |            |           |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
|                                      | 0                              | 1        | 2         | 3          | 4          | 5          | 6         |
| 15                                   | 85,86 aD                       | 90,92 bD | 123,71 bC | 128,33 bBC | 132,95 bB  | 142,35 bA  | 147,78 bA |
| 25                                   | 87,66 aF                       | 98,06 aE | 143,91 aD | 153,08 aC  | 156,28 aBC | 163,70 aAB | 166,89 aA |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Os testes de média para os cultivares Estilo e Pérola da safra da seca estão apresentados nas Tabelas 41 e 42.

**Tabela 41.** Valores médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das seca, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |         |          |          |          |           |          |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|----------|
|                             |                                   | 0                              | 1       | 2        | 3        | 4        | 5         | 6        |
| 30                          | 15                                | 32,22 D                        | 35,02 D | 37,26 D  | 43,25 C  | 51,19 B  | 57,62 A   | 62,25 A  |
|                             | 25                                | 35,20 F                        | 37,49 F | 55,99 E  | 65,53 D  | 71,93 C  | 78,58 B   | 86,05 A  |
| 40                          | 15                                | 37,30 E                        | 38,03 E | 39,94 DE | 45,71 D  | 56,21 C  | 63,61 B   | 74,50 A  |
|                             | 25                                | 38,17 F                        | 57,73 E | 70,01 D  | 79,76 C  | 87,36 B  | 91,16 AB  | 96,68 A  |
| 50                          | 15                                | 43,66 F                        | 56,43 E | 65,36 D  | 75,09 C  | 79,09 BC | 84,46 AB  | 87,32 A  |
|                             | 25                                | 43,69 E                        | 98,90 D | 106,47 C | 113,21 B | 116,68 B | 118,54 AB | 123,04 A |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 42.** Valores médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra da seca, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |          |          |          |           |           |          |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
|                             |                                   | 0                              | 1        | 2        | 3        | 4         | 5         | 6        |
| 30                          | 15                                | 45,58 F                        | 57,54 E  | 65,72 D  | 71,89 C  | 85,41 B   | 87,06 B   | 94,39 A  |
|                             | 25                                | 50,21 F                        | 74,02 E  | 85,04 D  | 90,14 C  | 93,88 BC  | 97,48 B   | 103,99 A |
| 40                          | 15                                | 64,90 E                        | 83,59 D  | 86,87 D  | 94,11 C  | 99,92 B   | 103,40 B  | 108,65 A |
|                             | 25                                | 64,93 F                        | 96,34 E  | 103,67 D | 109,70 C | 112,74 BC | 115,71 AB | 118,74 A |
| 50                          | 15                                | 83,26 F                        | 99,98 E  | 104,58 D | 111,62 C | 115,41 BC | 117,75 B  | 123,23 A |
|                             | 25                                | 91,05 G                        | 104,75 F | 115,56 E | 122,14 D | 127,47 C  | 131,58 B  | 137,18 A |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Para a cultivar Estilo da safra da seca, Tabela 41, foi possível concluir que a condição de secagem e armazenamento que causou menos danos foi com a temperatura do ar de secagem à 30 e armazenados à 15 °C, perdendo menos qualidade até o sexto mês de armazenamento. A cultivar Pérola da safra da seca, Tabela 42, apresentou igual conservação da qualidade até o terceiro mês de qualidade com exceção da secagem à 50 e armazenamento a 25 °C, que ao sexto mês também teve os menores resultados.

Analisando comportamento que os grãos armazenados apresentaram, pode-se concluir que os grãos perderam qualidade à medida que o tempo de armazenamento avançou e esse fator foi agravado pelas temperaturas maiores de armazenamento como evidenciado por Resende et al. (2006) e Santos et al. (2005), característica comum para todas as variedades e safras analisadas. Foi notado que os valores de condutividade da cultivar Pérola foram maiores que os da cultivar Estilo, fator que pode ser atribuído ao maior teor de água dos grãos no início do processo de secagem e ao maior teor de água na colheita, que de acordo com Corrêa e Afonso Júnior (1999) e Faroni et al. (2006) podem danificar mais os grãos.

Costa et al. (2010) e Faroni (2005) verificaram que os grãos apresentaram maiores valores de condutividade quando armazenados em temperaturas maiores, indicativos de maior deterioração na membrana e parede celular. Outro ponto importante a ser ressaltado, foi o comportamento nos valores de condutividade em consequência da temperatura de secagem, onde à medida que se aumentou a temperatura os valores de condutividade também aumentaram, resultados também já encontrados por Corrêa e Afonso Júnior (1999) e Faroni (2005).

Como citado por Vieira e Krzyzanowsky (1999) o teste de condutividade funciona como um indicador do vigor e qualidade fisiológica das sementes e como pode ser visto no próximo item, o percentual de germinação caiu à medida que a condutividade elétrica aumentou corroborando também com Paraginski et al. (2015). Santos et al. (2005) explica o teste de condutividade elétrica como um indicativo da perda de solutos e do vigor de sementes através de três fatores: perda de integridade das membranas, consequente perda de compartimentalização dos constituintes celulares e consequentemente formação de substrato para o desenvolvimento de micro-organismos.

### **5.3.7 - Absorção de água**

Nas Tabelas 21 e 22 apresenta-se a análise de variância para os testes de absorção de água realizados para as cultivares Estilo e Pérola respectivamente. Nelas, pode-se constatar

que para as duas cultivares houve uma interação dos três fatores analisados (temperatura de armazenamento, temperatura de secagem e tempo de armazenamento).

Para a cultivar Estilo da safra das águas os resultados da interação são apresentados na Tabela 43, em que é possível observar que os grãos armazenados à 15 °C não apresentaram redução significativa na absorção de água independente das temperaturas de secagem. Já o produto armazenado à 25 °C sofreu uma redução significativa a partir do primeiro mês de armazenamento, para ambas temperaturas de secagem, e além disto notou-se que essa redução foi agravada pela temperatura de secagem, onde os grãos secos à 50 °C tiveram menores valores de absorção a partir do terceiro mês de armazenamento que os demais tratamentos.

Para a cultivar Pérola da safra das águas, a interação é apresentada na Tabela 43, onde é possível observar que quando seco a 30 °C e armazenado à 15 °C o produto não sofreu uma redução significativa na capacidade de absorção de água. Quando seco a mesma temperatura e armazenado à 25 °C o produto apresentou uma perda gradativa da capacidade de absorção de água a partir do segundo mês de armazenamento, chegando ao sexto mês com uma capacidade significativamente menor. Grãos secos à 40 e 50 °C apresentaram ao final do armazenamento capacidade significativamente inferior aos secos à 30 °C para as duas temperaturas de armazenagem, sendo possível observar que as elevadas temperaturas do ar de secagem tenham potencializado a perda da capacidade de absorção de água ao longo do tempo de armazenamento.

Os valores apresentados nas Tabelas 43 e 44 permitiram observar que a cultivar Pérola sofreu maiores perdas na capacidade de absorção de água que a cultivar Estilo. Tal fato pode ser explicado pelo maior tempo submetido ao processo de secagem em virtude do maior teor de água inicial do cultivar Pérola ou mesmo pela própria tendência do cultivar em absorver menos água à medida em que envelhece (COELHO et al. 2006; ZIMMERMANN et al., 2009).

As Tabelas 45 e 46 apresentam os testes de absorção de água dos grãos da safra da seca. Em que é possível observar que a cultivar Estilo manteve completamente sua capacidade de absorção de água quando seca a 30 °C e armazenada à 15 °C. A cultivar Pérola não apresentou diferença significativa ao final do período de armazenamento para as temperaturas de secagem e armazenamento, uma vez que perdeu igualmente a capacidade de retenção de água.

Como já esperado e comprovado por diversos autores (RESENDE et al., 2008; ZIMMERMANN et al., 2009; RIBEIRO et al., 2003; RIBEIRO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011) a capacidade de absorção de água pode ser comprometida por fatores como,

cultivar, temperatura de secagem, temperatura de armazenamento, tempo de armazenamento e período de semeadura, uma vez que foi constatado que a medida que se aumentou o tempo de armazenagem e a temperatura de secagem e armazenagem essa capacidade foi sofrendo redução. Os resultados deste trabalho são corroborados pelas informações obtidas por Rodrigues et al. (2005), em que o teste de absorção de água funcionou como um indicativo do aumento do tempo de cocção para as duas cultivares, visto que os dois parâmetros aumentaram a medida que aumentaram as temperaturas de secagem e armazenamento e o tempo de armazenamento.

**Tabela 43.** Valores médios da absorção de água (decimal b.s.) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra das águas, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |         |          |          |          |         |        |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|----------|----------|----------|---------|--------|
|                             |                                   | 0                              | 1       | 2        | 3        | 4        | 5       | 6      |
| 30                          | 15                                | 1,13 A                         | 1,12 A  | 1,10 A   | 1,09 A   | 1,08 A   | 1,04 A  | 1,02 A |
|                             | 25                                | 1,13 A                         | 1,07 AB | 1,04 AB  | 0,99 AB  | 0,93 AB  | 0,91 B  | 0,90 B |
| 40                          | 15                                | 1,12 A                         | 1,10 A  | 1,10 A   | 1,07 A   | 1,03 A   | 1,02 A  | 1,01 A |
|                             | 25                                | 1,11 A                         | 1,05 AB | 1,03 AB  | 0,99 AB  | 0,94 AB  | 0,92 AB | 0,89 B |
| 50                          | 15                                | 1,11 A                         | 1,10 A  | 1,10 A   | 1,05 A   | 1,02 A   | 1,03 A  | 1,02 A |
|                             | 25                                | 1,13 A                         | 1,09 AB | 1,06 ABC | 0,98 ABC | 0,94 ABC | 0,89 BC | 0,87 C |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 44.** Valores médios da absorção de água (decimal b.s.) dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra das águas, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |         |         |          |          |         |        |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|----------|---------|--------|
|                             |                                   | 0                              | 1       | 2       | 3        | 4        | 5       | 6      |
| 30                          | 15                                | 1,11 A                         | 1,07 A  | 1,06 A  | 1,04 A   | 1,01 A   | 0,98 A  | 0,98 A |
|                             | 25                                | 1,08 A                         | 1,02 AB | 0,98 AB | 0,85 BC  | 0,79 C   | 0,75 C  | 0,70 C |
| 40                          | 15                                | 1,09 A                         | 1,08 A  | 1,06 AB | 1,05 AB  | 1,04 AB  | 0,94 AB | 0,90 B |
|                             | 25                                | 1,09 A                         | 1,07 AB | 1,05 AB | 0,91 BC  | 0,86 CD  | 0,76 CD | 0,70 D |
| 50                          | 15                                | 1,12 A                         | 1,09 AB | 1,04 AB | 1,01 AB  | 0,98 AB  | 0,95 AB | 0,92 B |
|                             | 25                                | 1,11 A                         | 1,05 A  | 1,02 AB | 0,95 ABC | 0,87 BCD | 0,78 CD | 0,73 D |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.



**Tabela 45.** Valores médios da absorção de água (decimal b.s.) dos grãos de feijão da cultivar Estilo da safra da seca, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |        |         |         |          |          |        |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------|---------|---------|----------|----------|--------|
|                             |                                   | 0                              | 1      | 2       | 3       | 4        | 5        | 6      |
| 30                          | 15                                | 1,34 A                         | 1,34 A | 1,34 A  | 1,34 A  | 1,33 A   | 1,33 A   | 1,32 A |
|                             | 25                                | 1,36 A                         | 1,36 A | 1,35 A  | 1,34 A  | 1,34 A   | 1,34 A   | 1,33 A |
| 40                          | 15                                | 1,31 A                         | 1,30 A | 1,30 AB | 1,30 AB | 1,29 ABC | 1,27 ABC | 1,26 C |
|                             | 25                                | 1,30 A                         | 1,29 A | 1,29 A  | 1,25 B  | 1,24 B   | 1,23 B   | 1,15 C |
| 50                          | 15                                | 1,26 A                         | 1,26 A | 1,25 A  | 1,22 B  | 1,22 B   | 1,22 B   | 1,18 C |
|                             | 25                                | 1,27 A                         | 1,24 A | 1,24 B  | 1,21 B  | 1,19 BC  | 1,17 CD  | 1,14 D |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**Tabela 46.** Valores médios da absorção de água (decimal b.s.) dos grãos de feijão da cultivar Pérola da safra da seca, sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do período de armazenamento.

| Temperatura de secagem (°C) | Temperatura de armazenamento (°C) | Tempo de armazenamento (meses) |         |         |         |         |         |        |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                             |                                   | 0                              | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6      |
| 30                          | 15                                | 1,24 A                         | 1,21 AB | 1,17 BC | 1,14 C  | 1,12 C  | 1,11 C  | 1,03 D |
|                             | 25                                | 1,25 A                         | 1,15 B  | 1,11 BC | 1,06 CD | 1,04 D  | 1,03 D  | 1,01 D |
| 40                          | 15                                | 1,19 A                         | 1,20 A  | 1,16 AB | 1,12 BC | 1,09 CD | 1,05 D  | 1,03 D |
|                             | 25                                | 1,19 A                         | 1,15 A  | 1,13 AB | 1,09 B  | 1,03 C  | 0,99 CD | 0,96 D |
| 50                          | 15                                | 1,16 A                         | 1,14 A  | 1,11 AB | 1,06 BC | 1,04 CD | 1,03 CD | 0,99 D |
|                             | 25                                | 1,17 A                         | 1,10 B  | 1,09 B  | 1,07 B  | 0,98 C  | 0,94 CD | 0,89 D |

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

## 6. CONCLUSÕES

Analisando as propriedades físicas das cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) Estilo e Pérola, ao longo do processo de secagem, pode-se concluir que:

- com a redução do teor de água foi possível observar que os valores de ângulo de repouso, índice de contração da massa de grãos, massa de mil grãos, eixos ortogonais, circularidade, esfericidade, porosidade e índice de contração volumétrica unitária sofreram redução em seus valores enquanto que os valores de massa específica aparente e massa específica unitária sofreram um incremento à medida que os grãos foram submetidos à secagem;

- a influência da temperatura do ar de secagem nas alterações das características físicas dos grãos foi observada nos testes de ângulo de repouso dos grãos da safra da seca, no teste de índice de contração volumétrica unitária da cultivar Pérola da safra da seca e na cultivar Estilo da safra das águas e da seca. Nos testes de massa de mil grãos e eixos ortogonais foi notada a influência do aumento da temperatura do ar de secagem para as duas cultivares e as duas safras. Nos testes de massa específica unitária e porosidade não foi verificada influência.

Tendo em vista a qualidade tecnológica dos grãos de feijão pode-se concluir que:

- independente da cultivar, temperatura de secagem ou temperatura de armazenamento, os parâmetros avaliados (teor de água, tempo de cocção, germinação, condutividade elétrica e absorção de água) diminuíram em função do tempo de armazenamento;

- a redução do teor de água ao longo do armazenamento foi maior na temperatura mais alta de armazenamento, 25 °C;

- o tempo de cocção aumenta ao longo do período de armazenamento, assim como temperaturas mais elevadas utilizadas nos processos de secagem e armazenamento potencializam o aumento do tempo de cocção dos grãos;

- maiores temperaturas de secagem e o aumento no tempo de armazenamento reduziram significativamente a germinação das sementes e a sua capacidade de absorção de água, sendo que grãos secos a 30 °C e armazenados a 15 °C apresentaram menores resultados de condutividade elétrica;

Por fim, de uma maneira geral os melhores resultados foram apresentados para os grãos secos a 30 °C e armazenados à 15 °C até o quarto mês de armazenagem.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. M. P.; ESTEVES, A. M.; SANTOS, C. D.; CORRÊA, A. D. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) **Ciência Agrotecnologia**, Lavras. V.26, n.5, p.999-1005, set./out., 2002.

ADAIR, H. **Cultivo do Feijoeiro Comum: Sistemas de Produção**. Embrapa Arroz e Feijão. Goiânia, 2003. Disponível em: <[www.sistemadeproducao.cnpta.embrapa.br](http://www.sistemadeproducao.cnpta.embrapa.br)> Com acesso em 20/01/2016.

AHRENS, D. C.; LOLLATO, M. A.; Secagens ao sol e artificial de sementes de feijão: curvas de secagem e efeitos sobre a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.22-27, 1997.

RAMALHO, M. A. P. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na região sul de Minas Gerais: Sistemas de Produção**. Embrapa Arroz e Feijão. Goiânia, 2005. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/plantio.htm>> com acesso em 20/01/2016.

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

AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C.; Efeitos imediato e latente da secagem de sementes de feijão colhidas com diferentes níveis de umidade. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.24, p.33-40, dez., 2000.

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.

ALMEIDA, D. P; RESENDE, O; COSTA, M. L; MENDES, U. C; SALES, J. F., Cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*). **Global Science and Technology**, v.2, n.1, p. 72 - 83, jan/abr. 2009.

ARAUJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, M. A.; GONÇALVES, A. A.; VILHASANTI, H. C. B., Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.3, p.279–286, 2014.

BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P., Efeito da proteína arcelina na biologia de *Zabrotes subfasciatus* (boheman 1833), em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.10, p.1805-1810, 1999.

BENEDETTI, B. C. **Influência do teor de umidade sobre propriedades físicas de vários grãos**. 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 1987.

BRACKMANN, A. NEUWALD, D. A.; RIBEIRO, N. D.; FREITAS, S. T.; Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, 2002.

BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. POTAFOS, 1996. p. 639-667.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 12 de 28 de março de 2008. Regulamento Técnico do Feijão. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 31 mar. 2008, Seção1, p.11.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Padrões para a produção e a comercialização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 17 set. 2013, Seção1, p. 13.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CARLESSO, V. O.; BERBERT, P. A.; SILVA, R. F.; THIEBAUT, J. T. L.; OLIVEIRA, M. T. R.; Germinação e vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden secadas em altas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 2, p.228-235, 2009.

COBUCCI, T.; BIAVA, M.; Cultivo do Feijão Irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais. **Embrapa arroz e feijão. Sistemas de Produção No. 5**. Pós-colheita. Disponível online em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/colheita.htm>. Acesso em: 10 jan. 2016.

COELHO, S. R. M.; CIELO, M. A.; TEO, C. R. P. A.; Pós-colheita de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.): Efeito do armazenamento nas propriedades físico-químicas. **Revista Varia Scientia**, v. 06, n. 11, p. 43-49, 2006.

COELHO, C. M. M.; ZÍLIO, M.; PIAZZOLI, D.; FARIAS, F. L.; SOUZA, C. A.; BORTOLUZZI, R. L. da C.; Influência das Características Morfológicas e Físicas dos Grãos de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na sua Capacidade de Hidratação e Cocção. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 105-107, jul. 2007.

COELHO, S. R. M.; PRUDENCIO, S. H.; NÓBREGA, L. H. P.; LEITE, C. F. R.; Alterações no tempo de cozimento e textura dos grãos de feijão comum durante o armazenamento. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 539-544, mar./abr., 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Quadro de suprimentos. Outubro/2013. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_09\\_12\\_17\\_37\\_39\\_4\\_feijao.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_12_17_37_39_4_feijao.pdf). Acesso em: 10 dez. 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acomp. safra bras. grãos, v. 3- Safra 2015/16 - segundo levantamento, Brasília, p. 1-166, novembro 2015.

CONCEIÇÃO, P. M. ; ROBLES, E. L. ; Galvão, J.C.C. ; Fontanetti, A. . Influência de Temperaturas de Secagem no Vigor de Sementes de Milho Geneticamente Modificadas. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012, Águas de Lindóia. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012.

CORRÊA, P. C.; AFONSO JÚNIOR, P. C.; Uso do teste de condutividade elétrica na avaliação dos danos provocados por diferentes taxas de secagem em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.1, n.1, p.21-26, 1999.

CORRÊA, P. C.; AFONSO JÚNIOR, P. C.; QUEIROZ, D.M.; SAMPAIO, C. P.; CARDOSO, J. B. Variação das dimensões características e da forma dos frutos de café durante o processo de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p. 466-470, 2002.

CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; GARIN, S. A.; JAREN, C.; OLIVEIRA, G. H. H. Mathematical models to describe the volumetric shrinkage rate of red beans during drying. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.716-726, jul./ago. 2011.

CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MARTINAZZO, A.P.; GONELI A. L. D.; BOTELHO, F. M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.501-510, maio/ago. 2007.

COSTA, A. R.; FARONI, L. R. D.; ALENCAR, E. R.; CARVALHO, M. C. S; FERREIRA, L. G. Qualidade de grãos de milho armazenados em silos bolsa. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.200-207, 2010.

COSTA, C. A.; Propriedades físicas, mecânicas e de fluxos de produtos agroindustriais. 2013. 120f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2013.

COUTO, S. M.; MAGALHÃES, A. C.; QUEIROZ, D. M.; BASTOS, I. T. Massa específica aparente e real e porosidade de grãos de café em função do teor de umidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.61-68, 1999.

COUTO, S. M.; MAGALHÃES, A. C.; QUEIROZ, D. M.; BASTOS, I. T. Parâmetros Relevantes na determinação da velocidade terminal de frutos de café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.141-148, 2003.

DENICULI, W.; COSTA, E.F.da; SOARES, A.A.; BRAGA, M.V.N.; Utilização do sistema fonte pontual na aplicação de cinco lâminas de irrigação e da fertirrigação em trigo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 2, n. 20, p. 1-16, 1993.

DIAS, F. M.; TEIXEIRA, I. R.; ALCÂNTARA, G. R.; DEVILLA, I. A.; ALVES, S. M. F. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão – caupi submetidas a diferentes condições de secagem. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p.8 0 7 – 2012.

FANCELLI, A. L. ; DOURADO NETO, Durval . **Feijão: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba, SP: , 2007. v. 1. 211 p.

FARONI, L. R. A.; BARBOSA, G. N. O.; SARTORI, M. A.; CARDOSO, F. S.; ALENCAR, E. R. Avaliação qualitativa e quantitativa do milho em diferentes condições de armazenamento. **Engenharia na Agricultura**, v.13, p.193-201, 2005.

FARONI, L. A.; CORDEIRO, I. C.; ALENCAR, E. R.; ROZADO, A. F.; ALVES, W. M.; Influência do conteúdo de umidade de colheita e temperatura de secagem na qualidade do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.1, p.148–154, 2006.

FORTES, M; OKO, M.R. Changes physical propertires of corn during drying. **Transaction of ASAE**, St. Joseph, v.23, n.4, p.1004-1008, 1980.

GUEDES, M. A.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; FARIAS, P. de A.; Caracterização física de grãos de soja utilizando-se processamento digital de imagens. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.3, p.279-294, 2011.

ITO, A. P.; **Determinação de condutividade e difusividade térmica de grãos de soja**. 115f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2003.

LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 22-56.

LANARO, N. D.; BAJAY, L. G.; QUEIROZ, V. M. P.; PINTO, R .C. S.; LEITÃO, I. G. A.; LESSIO, B. C.; AUGUSTO, P. E. D. Determinação de propriedades físicas do feijão fradinho. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, p.27-35, 2011.

LIMA, M. L.; CUNHA, J. P. B.; REIS, R. C.; FARIA, R. Q.; TEIXEIRA, I. R.; Efeito latente em sementes de feijão-caupi submetidas à diferentes temperaturas de secagem. Enciclopédia biosfera, **Centro científico conhecer** - Goiânia, vol.7, N.13; 2011.

MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; Porosidade intergranular de produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p. 79-93, 2002.  
MAYOR, L.; SERENO, A. M. Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. **Journal of Food Engineering**, London, v.61, p.373-386, 2004.

MEIRELES, E. J. L.; PEREIRA, A. R.; SENTELHAS, P. C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, F. J. P.; **Risco Climático de quebra de produtividade da cultura do feijoeiro em Santo Antônio de Goiás, GO**. Bragantia, Campinas, v.62, n.1, p.163-171, 2003.

MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C. de.; COSTA, J. G. C. da.; CABRERA DIAZ, J. L.; WENDLAND, A.; CARVALHO, H. W. L. de.; COSTA, A. F. da.; ALMEIDA, V. M. de.; MELO, C. L. P. de.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; POSSE, S. C. P.; FARIA, J. C. de.; SOUZA, J. F.; CARGNIN, A.; ABREU, A. de F. B.; MOREIRA, J. A. A. PEREIRA FILHO, I. A.; MARANGON, M.; GUIMARÃES, C. M.; BASSINELLO, P. Z.; BRONDANI, R. P. V.; BRAZ, A. J. B. P.; FERREIRA, S. B.; MAGALDI, M. C. de S. BRS

Estilo - Cultivar de Feijão Carioca com Grãos Claros, Arquitetura Ereta e Alto Potencial Produtivo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2011, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

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

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841p.

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.

NUNES, J. A. S.; ORMOND, A. T.; CANEPPELE, C.; SILVA, S. L. S.; JOB, M. T.; Determinação do ângulo de repouso, volume unitário, eixos ortogonais e esfericidade de trigo. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.3, n.2, p. 77-86, 2014.

OLIVEIRA, M. **Temperatura de secagem e condições de armazenamento sobre propriedades da soja para consumo e produção de biodiesel**. 2008. 140f. Dissertação (Mestrado). Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

OLIVEIRA NETO, M. C.; REIS, R. C.; DEVILLA, I. A.; Propriedades físicas de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedade “Emgopa 201 - ouro”. **Revista Agrotecnologia**, v.1, n.1, Anápolis, 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.

OLIVEIRA, V. R.; RIBEIRO, N. D.; JOST, E.; COLPO, E.; POERSCH, N. L.; Perfil sensorial de cultivares de feijão sob diferentes tempos de cozimento. **Revista Brazilian Journal Food Nutrition**, v.24, n.2, p.145-152. 2013.

OLIVEIRA, D. E. C.; RESENDE, O.; MENDES, U. C.; SMANIOTTO, T. A. S.; DONADON, J. R. Modelagem da contração volumétrica do feijão-adzuki durante a secagem. **Científica**, v.42, n.1, p.23-31, 2014.

PARAGINSKI, R. T.; ROCKENBACH, B. A.; SANTOS, R. F.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.358–363, 2015.

PIRES, C. V. **Otimização de técnicas de determinação da digestibilidade in vitro para a substituição da digestibilidade in vivo no cálculo do escore químico corrigido pela digestibilidade protéica – PDCAAS**. 2005. 70f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2005.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; CECON, P. R. Forma, Tamanho e Contração Volumétrica do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Durante a Secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, n.1, p.15-24, 2005.

RESENDE, O. **Variação das qualidades físicas e mecânicas e da qualidade do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante o armazenamento.** 2006. 180f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2006.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; FARONI, L. R. A.; CECON, P. R. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante o armazenamento. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 517-524, mar./abr., 2008

RESENDE, O.; FERREIRA, L. U.; ALMEIDA, D. P. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*) **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.2, p.171-178, 2010.

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**, Campinas, v. 32, n.1, 2012.

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. 1-2, p. 77-83, 2003.

RIBEIRO, N. D.; RODRIGUES, J. de A.; FILHO, A. C.; POERSH, N. L.; TRENTIN, M.; ROSA, S. S. Efeito de períodos de semeadura e das condições de armazenamento sobre a qualidade de grãos de feijão para o cozimento. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.1, p.157-163, 2007.

RIBEIRO, N. D.; DOMINGUES, L. S.; GRUHN, E. M.; ZEMOLIN, E. M.; RODRIGUES, J. A.; Desempenho agrônomico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 1, p. 92-100, jan-mar, 2014.

RODRIGUES, J. de 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**, v.35, n.1, jan-fev, 2005.

RUFFATO, S.; CORRÊA, P. C.; MANTOVANI, B. H. M.; MARTINS, J. H.; SILVA J. N.; Variação da massa específica aparente e unitária e da porosidade do milho-pipoca durante o processo de secagem. In: **XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 27, 1998, Poços de Caldas, MG. Mecanização e agricultura de precisão. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 58-60.

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.

SARAVIA, C. T.; PERES, W. B.; RISSO, J.; Manejo da temperatura do ar na secagem intermitente de semente de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 2, p. 23-27, 2007.



SARTORI, M. R. Armazenamento. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 543-558.

SENA, M. R. **Melhoramento Participativo na cultura do feijoeiro**. 2006. 57f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2005.

SCALCO, M. S.; FARIA, M. A.; GERMANI, R.; MORAIS, A. R.; Produtividade e qualidade industrial do trigo sob diferentes níveis de irrigação e adubação. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.400-410, mar./abr., 2002.

SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; LACERDA FILHO, A. F. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, 1995. p.395-462.

SILVA, J. de S.; CAMPOS, M. G.; SILVEIRA, S. de F. R. Armazenagem e comercialização de grãos no Brasil. In: SILVA, J. de S. (Ed). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000, p. 1-19.

SILVA, J. S.; CORRÊA, P. C. Estrutura, composição e propriedades dos grãos. In: SILVA, J. S. (Ed.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000, p. 21-37.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2006. 235p

SILVA, F.S.; CORRÊA, P.C.; JUNIOR, C.C.; GOMES, F.C. Ângulo de repouso, atrito interno e efetivo dos grãos de café com pergaminho. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.1, p.17-23, 2006.

SILVA, J. F.; MELO, B. A.; PESSOA, E. B.; FIGUEIREDO NETO, A.; LEITE, D. T. Extratos vegetais para o controle do caruncho-do-feijão *Zabrotes subfaciatus* (Boheman 1833) (Coleoptera:Bruchidae). **Revista Verde**, v. 8, n. 3, p. 01-05, 2013.

SILVEIRA, P. M.; STONE, F. L.; 2003. Cultura do feijoeiro. **Embrapa arroz e feijão. Sistemas de Produção No. 2**. Irrigação. Disponível online em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/irrigacao.htm>> Acesso em: 10 jan. 2016.

SMITH, J. A.; HOLMAN, T. L. **EC99-794 On-Farm Storage of Dry Edible Beans: A Survey of Nebraska Growers and Storage Guidelines**. 1999

SOUZA, A. B. M.; DEVILLA, I. A.; BASSINELLO, P. Z.; MELO, P. C.; VIEIRA JÚNIOR, J. M.; RIBEIRO, P. B. S. B. Propriedades Físicas de cultivares de grãos de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris L.*). In: CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CÂMPUS RIO VERDE DO IF GOIANO, 1., 2012, Anápolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e feijão, 2012.

TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÁNOVAS, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.1, p.24–29, 2006.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKY, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKY, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 4, p. 1-26.

WEBER, E.A. **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos**. Canoas: Editora Salles. 586p. 2005.

YOKOYAMA, L. P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos socioeconômicos da cultura. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 1-21.

YOKOYAMA, M. Principais pragas e seu controle. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 771-783.

YOKOYAMA, L.P.; DEL PELOSO, M.J.; DI STEFANO, J.G.; YOKOYAMA, M. **Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão “Pérola”: avaliação preliminar**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 20p.

ZIMMERMANN, L. O. G.; COELHO, S. R. M.; CHRIST, D.; NÓBREGA, L. H. P. Alterações de qualidade tecnológica de marcas comerciais de feijão dos grupos cores e preto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 619-628, jul./set. 2009.

ZONTA, J. B.; ARAÚJO, E. F.; ARAÚJO, R. F.; DIAS, L. A. S. Diferentes tipos de secagem: efeitos na qualidade fisiológica de sementes de pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, 2011.

ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; WERNER, F.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.8, 2015.

## 8. ANEXOS

### ANEXO A – DADOS EXPERIMENTAIS DA SECAGEM DOS GRÃOS E ANÁLISES DAS PROPRIEDADES FÍSICAS

TABELA 1A. – Média dos valores de teor de água dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas em função do tempo de secagem para três diferentes temperaturas.

| Temperatura do ar de Secagem |                   |           |        |           |                   |           |        |           |                   |           |        |           |
|------------------------------|-------------------|-----------|--------|-----------|-------------------|-----------|--------|-----------|-------------------|-----------|--------|-----------|
| Amostra                      | 30 °C             |           |        |           | 40 °C             |           |        |           | 50 °C             |           |        |           |
|                              | U* (decimal b.s.) | Tempo (h) | T (°C) | U. R. (%) | U* (decimal b.s.) | Tempo (h) | T (°C) | U. R. (%) | U* (decimal b.s.) | Tempo (h) | T (°C) | U. R. (%) |
| <b>T0</b>                    | 0,23              | 0,00      | 27,10  | 67,00     | 0,22              | 0,00      | 27,40  | 62,00     | 0,25              | 0,00      | 27,40  | 66,00     |
| <b>T1</b>                    | 0,22              | 2,25      | 27,50  | 60,00     | 0,22              | 1,50      | 27,60  | 57,00     | 0,21              | 1,50      | 27,60  | 67,00     |
| <b>T2</b>                    | 0,20              | 4,00      | 28,10  | 58,00     | 0,20              | 3,00      | 27,70  | 52,00     | 0,20              | 2,50      | 27,80  | 63,00     |
| <b>T3</b>                    | 0,20              | 5,50      | 27,80  | 67,00     | 0,19              | 4,00      | 28,00  | 50,00     | 0,17              | 3,92      | 27,90  | 59,00     |
| <b>T4</b>                    | 0,19              | 7,25      | 27,80  | 69,00     | 0,16              | 5,25      | 27,90  | 51,00     | 0,14              | 5,42      | 26,30  | 64,00     |
| <b>T5</b>                    | 0,17              | 8,50      | 26,20  | 75,00     | 0,14              | 6,50      | 27,20  | 53,00     | -                 | -         | -      | -         |
| <b>T6</b>                    | 0,16              | 10,00     | 26,10  | 72,00     | -                 | -         | -      | -         | -                 | -         | -      | -         |
| <b>T7</b>                    | 0,14              | 11,50     | 26,00  | 69,00     | -                 | -         | -      | -         | -                 | -         | -      | -         |

**TABELA 2A.** – Média dos valores de teor de água dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas em função do tempo de secagem para três diferentes temperaturas.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                  |               |                  |                          |                  |               |                  |                          |                  |               |                  |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                  |               |                  | <b>40 °C</b>             |                  |               |                  | <b>50 °C</b>             |                  |               |                  |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Tempo (h)</b> | <b>T (°C)</b> | <b>U. R. (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Tempo (h)</b> | <b>T (°C)</b> | <b>U. R. (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Tempo (h)</b> | <b>T (°C)</b> | <b>U. R. (%)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,31                     | 0,00             | 27,20         | 72,00            | 0,29                     | 0,00             | 27,80         | 66,00            | 0,32                     | 0,00             | 26,90         | 66,00            |
| <b>T1</b>                           | 0,30                     | 1,50             | 27,60         | 70,00            | 0,26                     | 1,50             | 28,60         | 62,00            | 0,30                     | 1,08             | 27,20         | 64,00            |
| <b>T2</b>                           | 0,29                     | 3,17             | 27,90         | 65,00            | 0,24                     | 3,00             | 27,50         | 63,00            | 0,28                     | 2,17             | 27,50         | 63,00            |
| <b>T3</b>                           | 0,27                     | 4,67             | 28,00         | 57,00            | 0,22                     | 4,00             | 27,10         | 74,00            | 0,24                     | 3,33             | 27,80         | 62,00            |
| <b>T4</b>                           | 0,26                     | 6,25             | 28,10         | 55,00            | 0,21                     | 5,30             | 27,10         | 78,00            | 0,21                     | 4,83             | 27,90         | 59,00            |
| <b>T5</b>                           | 0,24                     | 7,75             | 28,40         | 54,00            | 0,19                     | 7,00             | 26,90         | 73,00            | 0,18                     | 6,33             | 28,00         | 57,00            |
| <b>T6</b>                           | 0,22                     | 9,50             | 28,00         | 66,00            | 0,18                     | 8,83             | 26,70         | 69,00            | 0,14                     | 7,83             | 28,10         | 59,00            |
| <b>T7</b>                           | 0,21                     | 11,33            | 26,90         | 67,00            | 0,16                     | 10,58            | 25,10         | 71,00            | -                        | -                | -             | -                |
| <b>T8</b>                           | 0,20                     | 13,00            | 26,10         | 75,00            | 0,14                     | 13,08            | 25,60         | 68,00            | -                        | -                | -             | -                |
| <b>T9</b>                           | 0,17                     | 14,50            | 26,30         | 71,00            | -                        | -                | -             | -                | -                        | -                | -             | -                |
| <b>T10</b>                          | 0,14                     | 16,00            | 26,40         | 80,00            | -                        | -                | -             | -                | -                        | -                | -             | -                |

**TABELA 3A.** – Média dos valores de teor de água dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca em função do tempo de secagem para três diferentes temperaturas.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                  |               |                  |                          |                  |               |                  |                          |                  |               |                  |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                  |               |                  | <b>40 °C</b>             |                  |               |                  | <b>50 °C</b>             |                  |               |                  |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Tempo (h)</b> | <b>T (°C)</b> | <b>U. R. (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Tempo (h)</b> | <b>T (°C)</b> | <b>U. R. (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Tempo (h)</b> | <b>T (°C)</b> | <b>U. R. (%)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,19                     | 0,00             | 23,10         | 59,00            | 0,19                     | 0,00             | 23,00         | 59,00            | 0,19                     | 0,00             | 21,00         | 67,00            |
| <b>T1</b>                           | 0,19                     | 1,33             | 23,10         | 59,00            | 0,18                     | 1,00             | 23,10         | 59,00            | 0,17                     | 1,08             | 21,80         | 62,00            |
| <b>T2</b>                           | 0,18                     | 2,42             | 23,20         | 59,00            | 0,17                     | 2,00             | 23,20         | 58,00            | 0,16                     | 2,33             | 22,20         | 59,00            |
| <b>T3</b>                           | 0,17                     | 3,67             | 23,30         | 58,50            | 0,16                     | 3,25             | 23,50         | 58,00            | 0,15                     | 3,50             | 22,30         | 60,00            |
| <b>T4</b>                           | 0,16                     | 4,67             | 23,40         | 58,50            | 0,15                     | 4,42             | 23,00         | 59,00            | 0,14                     | 4,08             | 22,40         | 61,00            |
| <b>T5</b>                           | 0,16                     | 5,67             | 23,40         | 58,50            | 0,14                     | 5,33             | 23,10         | 59,00            | 0,14                     | 4,58             | 22,30         | 62,00            |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 7,17             | 23,30         | 59,00            | 0,14                     | 7,17             | 23,20         | 58,00            | -                        | -                | -             | -                |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 8,67             | 23,20         | 59,00            | 0,13                     | 8,67             | 23,20         | 58,00            | -                        | -                | -             | -                |
| <b>T8</b>                           | 0,14                     | 9,67             | 23,10         | 59,00            | -                        | -                | -             | -                | -                        | -                | -             | -                |

**TABELA 4A.** – Média dos valores de teor de água dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca em função do tempo de secagem para três diferentes temperaturas.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                  |               |                  |                          |                  |               |                  |                          |                  |               |                  |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                  |               |                  | <b>40 °C</b>             |                  |               |                  | <b>50 °C</b>             |                  |               |                  |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Tempo (h)</b> | <b>T (°C)</b> | <b>U. R. (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Tempo (h)</b> | <b>T (°C)</b> | <b>U. R. (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Tempo (h)</b> | <b>T (°C)</b> | <b>U. R. (%)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,20                     | 0,00             | 23,40         | 59,00            | 0,20                     | 0,00             | 23,40         | 59,00            | 0,20                     | 0,00             | 23,50         | 56,00            |
| <b>T1</b>                           | 0,20                     | 1,00             | 23,40         | 58,00            | 0,20                     | 1,00             | 23,40         | 58,00            | 0,19                     | 1,08             | 23,60         | 55,00            |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 2,00             | 23,50         | 59,00            | 0,18                     | 2,00             | 23,40         | 57,00            | 0,17                     | 2,42             | 23,70         | 54,00            |
| <b>T3</b>                           | 0,19                     | 3,50             | 23,60         | 59,00            | 0,17                     | 3,33             | 23,50         | 57,00            | 0,16                     | 3,58             | 23,80         | 54,00            |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 5,00             | 23,70         | 59,00            | 0,16                     | 4,33             | 23,50         | 58,00            | 0,15                     | 5,33             | 23,70         | 55,00            |
| <b>T5</b>                           | 0,18                     | 6,50             | 23,80         | 60,00            | 0,15                     | 5,50             | 23,70         | 58,00            | 0,14                     | 6,00             | 23,60         | 56,00            |
| <b>T6</b>                           | 0,17                     | 8,00             | 23,60         | 61,00            | 0,14                     | 7,00             | 26,60         | 59,00            | -                        | -                | -             | -                |
| <b>T7</b>                           | 0,17                     | 9,50             | 23,50         | 62,00            | 0,14                     | 8,00             | 26,60         | 60,00            | -                        | -                | -             | -                |
| <b>T8</b>                           | 0,15                     | 11,00            | 23,40         | 61,00            | -                        | -                | -             | -                | -                        | -                | -             | -                |
| <b>T9</b>                           | 0,14                     | 13,00            | 23,30         | 59,00            | -                        | -                | -             | -                | -                        | -                | -             | -                |

**TABELA 5A.** – Média dos valores de ângulo de repouso em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                              |                          |                              |                          |                              |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                              | <b>40 °C</b>             |                              | <b>50 °C</b>             |                              |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,23                     | 30,75                        | 0,22                     | 30,74                        | 0,25                     | 30,96                        |
| <b>T1</b>                           | 0,22                     | 30,64                        | 0,22                     | 30,52                        | 0,21                     | 30,52                        |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 30,53                        | 0,20                     | 30,09                        | 0,20                     | 29,98                        |
| <b>T3</b>                           | 0,20                     | 30,42                        | 0,19                     | 29,87                        | 0,17                     | 29,53                        |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 29,98                        | 0,16                     | 29,76                        | 0,14                     | 28,52                        |
| <b>T5</b>                           | 0,17                     | 29,54                        | 0,14                     | 29,09                        | -                        | -                            |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 28,75                        | -                        | -                            | -                        | -                            |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 28,30                        | -                        | -                            | -                        | -                            |

**TABELA 6A.** – Média dos valores de ângulo de repouso em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                              |                          |                              |                          |                              |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                              | <b>40 °C</b>             |                              | <b>50 °C</b>             |                              |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,31                     | 30,31                        | 0,29                     | 30,20                        | 0,32                     | 30,09                        |
| <b>T1</b>                           | 0,30                     | 28,97                        | 0,26                     | 28,30                        | 0,30                     | 28,41                        |
| <b>T2</b>                           | 0,29                     | 27,72                        | 0,24                     | 27,61                        | 0,28                     | 28,07                        |
| <b>T3</b>                           | 0,27                     | 27,03                        | 0,22                     | 26,79                        | 0,24                     | 26,91                        |
| <b>T4</b>                           | 0,26                     | 26,68                        | 0,21                     | 26,68                        | 0,21                     | 26,21                        |
| <b>T5</b>                           | 0,24                     | 26,21                        | 0,19                     | 26,32                        | 0,18                     | 25,61                        |
| <b>T6</b>                           | 0,22                     | 26,09                        | 0,18                     | 25,97                        | 0,14                     | 25,37                        |
| <b>T7</b>                           | 0,21                     | 25,61                        | 0,16                     | 25,49                        | -                        | -                            |
| <b>T8</b>                           | 0,20                     | 25,49                        | 0,14                     | 25,25                        | -                        | -                            |
| <b>T9</b>                           | 0,17                     | 25,37                        | -                        | -                            | -                        | -                            |
| <b>T10</b>                          | 0,14                     | 25,25                        | -                        | -                            | -                        | -                            |

**TABELA 7A.** – Média dos valores de ângulo de repouso em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                              |                          |                              |                          |                              |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                              | <b>40 °C</b>             |                              | <b>50 °C</b>             |                              |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,19                     | 30,20                        | 0,19                     | 30,20                        | 0,19                     | 30,31                        |
| <b>T1</b>                           | 0,19                     | 29,43                        | 0,18                     | 29,76                        | 0,17                     | 29,31                        |
| <b>T2</b>                           | 0,18                     | 29,20                        | 0,17                     | 29,20                        | 0,16                     | 28,75                        |
| <b>T3</b>                           | 0,17                     | 28,64                        | 0,16                     | 28,75                        | 0,15                     | 27,95                        |
| <b>T4</b>                           | 0,16                     | 28,53                        | 0,15                     | 28,07                        | 0,14                     | 27,49                        |
| <b>T5</b>                           | 0,16                     | 28,07                        | 0,14                     | 27,84                        | 0,14                     | 27,26                        |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 27,84                        | 0,14                     | 27,26                        | -                        | -                            |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 27,50                        | 0,13                     | 27,03                        | -                        | -                            |
| <b>T8</b>                           | 0,14                     | 27,27                        | -                        | -                            | -                        | -                            |

**TABELA 8A.** – Média dos valores de ângulo de repouso em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                              |                          |                              |                          |                              |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                              | <b>40 °C</b>             |                              | <b>50 °C</b>             |                              |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Ângulo de Repouso (°)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,20                     | 27,95                        | 0,20                     | 27,95                        | 0,20                     | 28,41                        |
| <b>T1</b>                           | 0,20                     | 27,84                        | 0,20                     | 27,84                        | 0,19                     | 27,61                        |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 27,03                        | 0,18                     | 26,68                        | 0,17                     | 26,44                        |
| <b>T3</b>                           | 0,19                     | 26,79                        | 0,17                     | 26,44                        | 0,16                     | 25,85                        |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 25,97                        | 0,16                     | 25,25                        | 0,15                     | 24,65                        |
| <b>T5</b>                           | 0,18                     | 25,61                        | 0,15                     | 25,01                        | 0,14                     | 24,53                        |
| <b>T6</b>                           | 0,17                     | 25,25                        | 0,14                     | 24,65                        | -                        | -                            |
| <b>T7</b>                           | 0,17                     | 25,01                        | 0,14                     | 24,16                        | -                        | -                            |
| <b>T8</b>                           | 0,15                     | 24,77                        | -                        | -                            | -                        | -                            |
| <b>T9</b>                           | 0,14                     | 24,28                        | -                        | -                            | -                        | -                            |



**TABELA 9A.** – Média dos valores da massa específica aparente em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| Amostra | Temperatura do ar de Secagem |              |                   |              |                   |              |
|---------|------------------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|         | 30 °C                        |              | 40 °C             |              | 50 °C             |              |
|         | U* (decimal b.s.)            | ρap (kg m-3) | U* (decimal b.s.) | ρap (kg m-3) | U* (decimal b.s.) | ρap (kg m-3) |
| T0      | 0,23                         | 727,66       | 0,22              | 724,44       | 0,25              | 727,56       |
| T1      | 0,22                         | 734,50       | 0,22              | 736,55       | 0,21              | 747,14       |
| T2      | 0,20                         | 747,78       | 0,20              | 743,50       | 0,20              | 750,45       |
| T3      | 0,20                         | 749,64       | 0,19              | 753,87       | 0,17              | 758,39       |
| T4      | 0,19                         | 752,37       | 0,16              | 762,59       | 0,14              | 768,53       |
| T5      | 0,17                         | 758,94       | 0,14              | 765,54       | -                 | -            |
| T6      | 0,16                         | 763,02       | -                 | -            | -                 | -            |
| T7      | 0,14                         | 767,01       | -                 | -            | -                 | -            |

**TABELA 10A.** – Média dos valores da massa específica aparente em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| Amostra | Temperatura do ar de Secagem |              |                   |              |                   |              |
|---------|------------------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|         | 30 °C                        |              | 40 °C             |              | 50 °C             |              |
|         | U* (decimal b.s.)            | ρap (kg m-3) | U* (decimal b.s.) | ρap (kg m-3) | U* (decimal b.s.) | ρap (kg m-3) |
| T0      | 0,31                         | 748,51       | 0,29              | 747,03       | 0,32              | 749,57       |
| T1      | 0,30                         | 760,59       | 0,26              | 765,03       | 0,30              | 772,27       |
| T2      | 0,29                         | 765,05       | 0,24              | 780,75       | 0,28              | 781,42       |
| T3      | 0,27                         | 778,06       | 0,22              | 795,16       | 0,24              | 788,61       |
| T4      | 0,26                         | 780,77       | 0,21              | 797,00       | 0,21              | 799,35       |
| T5      | 0,24                         | 787,05       | 0,19              | 800,65       | 0,18              | 805,47       |
| T6      | 0,22                         | 789,68       | 0,18              | 802,77       | 0,14              | 811,42       |
| T7      | 0,21                         | 793,11       | 0,16              | 805,37       | -                 | -            |
| T8      | 0,20                         | 795,61       | 0,14              | 808,98       | -                 | -            |
| T9      | 0,17                         | 797,41       | -                 | -            | -                 | -            |
| T10     | 0,14                         | 805,31       | -                 | -            | -                 | -            |

**TABELA 11A.** – Média dos valores da massa específica aparente em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |   |                          |   |                          |   |
|-------------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |   | <b>40 °C</b>             |   | <b>50 °C</b>             |   |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_{ap}</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_{ap}</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_{ap}</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,19                     | 783,98  | 0,19                     | 771,91  | 0,19                     | 775,93  |
| <b>T1</b>                           | 0,19                     | 791,93  | 0,18                     | 788,05  | 0,17                     | 815,72  |
| <b>T2</b>                           | 0,18                     | 805,15  | 0,17                     | 805,01  | 0,16                     | 829,09  |
| <b>T3</b>                           | 0,17                     | 813,56  | 0,16                     | 814,89  | 0,15                     | 830,29  |
| <b>T4</b>                           | 0,16                     | 824,70  | 0,15                     | 817,20  | 0,14                     | 833,62  |
| <b>T5</b>                           | 0,16                     | 826,11  | 0,14                     | 830,44  | 0,14                     | 837,11  |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 830,29  | 0,14                     | 833,35  | -                        | -   |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 831,18  | 0,13                     | 836,05  | -                        | -   |
| <b>T8</b>                           | 0,14                     | 832,88  | -                        | -   | -                        | -   |

**TABELA 12A.** – Média dos valores da massa específica aparente em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |   |                          |   |                          |   |
|-------------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |   | <b>40 °C</b>             |   | <b>50 °C</b>             |   |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_{ap}</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_{ap}</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_{ap}</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,20                     | 832,90  | 0,20                     | 829,63  | 0,20                     | 829,52  |
| <b>T1</b>                           | 0,20                     | 844,95  | 0,20                     | 861,40  | 0,19                     | 873,06  |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 850,51  | 0,18                     | 880,16  | 0,17                     | 887,67  |
| <b>T3</b>                           | 0,19                     | 857,80  | 0,17                     | 888,08  | 0,16                     | 893,18  |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 870,80  | 0,16                     | 895,44  | 0,15                     | 895,72  |
| <b>T5</b>                           | 0,18                     | 873,54  | 0,15                     | 898,06  | 0,14                     | 897,62  |
| <b>T6</b>                           | 0,17                     | 882,62  | 0,14                     | 901,57  | -                        | -   |
| <b>T7</b>                           | 0,17                     | 884,46  | 0,14                     | 904,15  | -                        | -   |
| <b>T8</b>                           | 0,15                     | 885,44  | -                        | -   | -                        | -   |
| <b>T9</b>                           | 0,14                     | 887,21  | -                        | -   | -                        | -   |

**TABELA 13A.** – Média dos valores do índice de contração da massa de grãos ( $\Psi_m$ ) em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                    |                                      |                          |                    |                                      |                          |                    |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                    |                                      | <b>40 °C</b>             |                    |                                      | <b>50 °C</b>             |                    |                                      |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (ml)</b> | <b><math>\Psi_m</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (ml)</b> | <b><math>\Psi_m</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (ml)</b> | <b><math>\Psi_m</math> (decimal)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,23                     | 250,0              | 1,00                                 | 0,22                     | 250,0              | 1,00                                 | 0,25                     | 250,0              | 1,00                                 |
| <b>T1</b>                           | 0,22                     | 232,0              | 0,93                                 | 0,22                     | 236,0              | 0,94                                 | 0,21                     | 221,0              | 0,88                                 |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 228,7              | 0,91                                 | 0,20                     | 226,3              | 0,91                                 | 0,20                     | 217,7              | 0,87                                 |
| <b>T3</b>                           | 0,20                     | 226,3              | 0,91                                 | 0,19                     | 224,3              | 0,90                                 | 0,17                     | 215,7              | 0,86                                 |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 221,3              | 0,89                                 | 0,16                     | 220,7              | 0,88                                 | 0,14                     | 214,3              | 0,86                                 |
| <b>T5</b>                           | 0,17                     | 220,3              | 0,88                                 | 0,14                     | 219,7              | 0,88                                 | -                        | -                  | -                                    |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 218,7              | 0,87                                 | -                        | -                  | -                                    | -                        | -                  | -                                    |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 216,0              | 0,86                                 | -                        | -                  | -                                    | -                        | -                  | -                                    |

**TABELA 14A.** – Média dos valores do índice de contração da massa de grãos ( $\Psi_m$ ) em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| Amostra    | Temperatura do ar de Secagem |             |                    |                   |             |                    |                   |             |                    |
|------------|------------------------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------|--------------------|
|            | 30 °C                        |             |                    | 40 °C             |             |                    | 50 °C             |             |                    |
|            | U* (decimal b.s.)            | Volume (ml) | $\Psi_m$ (decimal) | U* (decimal b.s.) | Volume (ml) | $\Psi_m$ (decimal) | U* (decimal b.s.) | Volume (ml) | $\Psi_m$ (decimal) |
| <b>T0</b>  | 0,31                         | 250,00      | 1,00               | 0,29              | 250,00      | 1,00               | 0,32              | 250,00      | 1,00               |
| <b>T1</b>  | 0,30                         | 239,50      | 0,96               | 0,26              | 228,67      | 0,91               | 0,30              | 228,33      | 0,91               |
| <b>T2</b>  | 0,29                         | 225,67      | 0,90               | 0,24              | 219,67      | 0,88               | 0,28              | 221,67      | 0,89               |
| <b>T3</b>  | 0,27                         | 222,33      | 0,89               | 0,22              | 216,00      | 0,86               | 0,24              | 212,00      | 0,85               |
| <b>T4</b>  | 0,26                         | 215,83      | 0,86               | 0,21              | 213,33      | 0,85               | 0,21              | 208,00      | 0,83               |
| <b>T5</b>  | 0,24                         | 212,33      | 0,85               | 0,19              | 211,33      | 0,85               | 0,18              | 204,00      | 0,82               |
| <b>T6</b>  | 0,22                         | 209,83      | 0,84               | 0,18              | 208,67      | 0,83               | 0,14              | 202,67      | 0,81               |
| <b>T7</b>  | 0,21                         | 209,17      | 0,84               | 0,16              | 208,67      | 0,83               | -                 | -           | -                  |
| <b>T8</b>  | 0,20                         | 206,67      | 0,83               | 0,14              | 202,00      | 0,81               | -                 | -           | -                  |
| <b>T9</b>  | 0,17                         | 204,67      | 0,82               | -                 | -           | -                  | -                 | -           | -                  |
| <b>T10</b> | 0,14                         | 201,00      | 0,80               | -                 | -           | -                  | -                 | -           | -                  |

**TABELA 15A.** – Média dos valores do índice de contração da massa de grãos ( $\Psi_m$ ) em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                    |                                      |                          |                    |                                      |                          |                    |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                    |                                      | <b>40 °C</b>             |                    |                                      | <b>50 °C</b>             |                    |                                      |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (ml)</b> | <b><math>\Psi_m</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (ml)</b> | <b><math>\Psi_m</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (ml)</b> | <b><math>\Psi_m</math> (decimal)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,19                     | 250,0              | 1,00                                 | 0,19                     | 250,0              | 1,00                                 | 0,19                     | 250,0              | 1,00                                 |
| <b>T1</b>                           | 0,19                     | 245,7              | 0,98                                 | 0,18                     | 230,7              | 0,92                                 | 0,17                     | 220,7              | 0,88                                 |
| <b>T2</b>                           | 0,18                     | 244,3              | 0,98                                 | 0,17                     | 224,7              | 0,90                                 | 0,16                     | 216,7              | 0,87                                 |
| <b>T3</b>                           | 0,17                     | 243,3              | 0,97                                 | 0,16                     | 221,3              | 0,89                                 | 0,15                     | 211,3              | 0,85                                 |
| <b>T4</b>                           | 0,16                     | 240,7              | 0,96                                 | 0,15                     | 220,0              | 0,88                                 | 0,14                     | 208,0              | 0,83                                 |
| <b>T5</b>                           | 0,16                     | 238,7              | 0,95                                 | 0,14                     | 218,00             | 0,87                                 | 0,14                     | 207,33             | 0,83                                 |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 237,7              | 0,95                                 | 0,14                     | 217,33             | 0,87                                 | -                        | -                  | -                                    |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 235,3              | 0,94                                 | 0,13                     | 216,67             | 0,87                                 | -                        | -                  | -                                    |
| <b>T8</b>                           | 0,14                     | 232,3              | 0,93                                 | -                        | -                  | -                                    | -                        | -                  | -                                    |

**TABELA 16A.** – Média dos valores do índice de contração da massa de grãos ( $\Psi_m$ ) em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                    |                                      |                          |                    |                                      |                          |                    |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                    |                                      | <b>40 °C</b>             |                    |                                      | <b>50 °C</b>             |                    |                                      |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (ml)</b> | <b><math>\Psi_m</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (ml)</b> | <b><math>\Psi_m</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (ml)</b> | <b><math>\Psi_m</math> (decimal)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,20                     | 250,0              | 1,00                                 | 0,20                     | 250,0              | 1,00                                 | 0,20                     | 250,0              | 1,00                                 |
| <b>T1</b>                           | 0,20                     | 242,0              | 0,97                                 | 0,20                     | 228,7              | 0,91                                 | 0,19                     | 226,7              | 0,91                                 |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 240,3              | 0,96                                 | 0,18                     | 225,3              | 0,90                                 | 0,17                     | 217,3              | 0,87                                 |
| <b>T3</b>                           | 0,19                     | 232,0              | 0,93                                 | 0,17                     | 221,3              | 0,89                                 | 0,16                     | 215,3              | 0,86                                 |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 228,0              | 0,91                                 | 0,16                     | 219,3              | 0,88                                 | 0,15                     | 213,3              | 0,85                                 |
| <b>T5</b>                           | 0,18                     | 228,0              | 0,91                                 | 0,15                     | 218,67             | 0,87                                 | 0,14                     | 212,00             | 0,85                                 |
| <b>T6</b>                           | 0,17                     | 227,7              | 0,91                                 | 0,14                     | 216,00             | 0,86                                 | -                        | -                  | -                                    |
| <b>T7</b>                           | 0,17                     | 226,3              | 0,91                                 | 0,14                     | 214,67             | 0,86                                 | -                        | -                  | -                                    |
| <b>T8</b>                           | 0,15                     | 226,0              | 0,90                                 | -                        | -                  | -                                    | -                        | -                  | -                                    |
| <b>T9</b>                           | 0,14                     | 223,3              | 0,89                                 | -                        | -                  | -                                    | -                        | -                  | -                                    |

**TABELA 17A.** – Média dos valores da massa de mil grãos em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| Amostra   | Temperatura do ar de Secagem |                           |                      |                           |                      |                           |
|-----------|------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
|           | 30 °C                        |                           | 40 °C                |                           | 50 °C                |                           |
|           | U* (decimal<br>b.s.)         | Massa de Mil<br>Grãos (g) | U* (decimal<br>b.s.) | Massa de Mil<br>Grãos (g) | U* (decimal<br>b.s.) | Massa de Mil<br>Grãos (g) |
| <b>T0</b> | 0,23                         | 20,58                     | 0,22                 | 20,49                     | 0,25                 | 20,85                     |
| <b>T1</b> | 0,22                         | 20,49                     | 0,22                 | 20,39                     | 0,21                 | 20,48                     |
| <b>T2</b> | 0,20                         | 20,44                     | 0,20                 | 19,92                     | 0,20                 | 19,91                     |
| <b>T3</b> | 0,20                         | 20,42                     | 0,19                 | 19,88                     | 0,17                 | 19,78                     |
| <b>T4</b> | 0,19                         | 20,39                     | 0,16                 | 19,75                     | 0,14                 | 19,57                     |
| <b>T5</b> | 0,17                         | 19,92                     | 0,14                 | 19,68                     | -                    | -                         |
| <b>T6</b> | 0,16                         | 19,89                     | -                    | -                         | -                    | -                         |
| <b>T7</b> | 0,14                         | 19,79                     | -                    | -                         | -                    | -                         |

**TABELA 18A.** – Média dos valores da massa de mil grãos em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| Amostra    | Temperatura do ar de Secagem |                           |                      |                           |                      |                           |
|------------|------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
|            | 30 °C                        |                           | 40 °C                |                           | 50 °C                |                           |
|            | U* (decimal<br>b.s.)         | Massa de Mil<br>Grãos (g) | U* (decimal<br>b.s.) | Massa de Mil<br>Grãos (g) | U* (decimal<br>b.s.) | Massa de Mil<br>Grãos (g) |
| <b>T0</b>  | 0,31                         | 19,67                     | 0,29                 | 19,23                     | 0,32                 | 19,95                     |
| <b>T1</b>  | 0,30                         | 19,59                     | 0,26                 | 19,12                     | 0,30                 | 19,56                     |
| <b>T2</b>  | 0,29                         | 19,45                     | 0,24                 | 19,02                     | 0,28                 | 19,23                     |
| <b>T3</b>  | 0,27                         | 19,15                     | 0,22                 | 18,62                     | 0,24                 | 19,02                     |
| <b>T4</b>  | 0,26                         | 18,74                     | 0,21                 | 18,37                     | 0,21                 | 18,56                     |
| <b>T5</b>  | 0,24                         | 18,63                     | 0,19                 | 18,34                     | 0,18                 | 17,64                     |
| <b>T6</b>  | 0,22                         | 18,61                     | 0,18                 | 18,19                     | 0,14                 | 17,25                     |
| <b>T7</b>  | 0,21                         | 18,58                     | 0,16                 | 18,08                     | -                    | -                         |
| <b>T8</b>  | 0,20                         | 18,25                     | 0,14                 | 17,85                     | -                    | -                         |
| <b>T9</b>  | 0,17                         | 17,89                     | -                    | -                         | -                    | -                         |
| <b>T10</b> | 0,14                         | 17,87                     | -                    | -                         | -                    | -                         |



**TABELA 19A.** – Média dos valores da massa de mil grãos em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                               |                          |                               |                          |                               |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
|                                     | <b>30 °C</b>             |                               | <b>40 °C</b>             |                               | <b>50 °C</b>             |                               |
| <b>Amostra</b>                      | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Massa de Mil Grãos (g)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Massa de Mil Grãos (g)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Massa de Mil Grãos (g)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,19                     | 20,56                         | 0,19                     | 20,62                         | 0,19                     | 20,60                         |
| <b>T1</b>                           | 0,19                     | 20,46                         | 0,18                     | 20,36                         | 0,17                     | 20,11                         |
| <b>T2</b>                           | 0,18                     | 20,38                         | 0,17                     | 20,26                         | 0,16                     | 19,55                         |
| <b>T3</b>                           | 0,17                     | 20,32                         | 0,16                     | 19,59                         | 0,15                     | 19,25                         |
| <b>T4</b>                           | 0,16                     | 20,22                         | 0,15                     | 19,27                         | 0,14                     | 18,77                         |
| <b>T5</b>                           | 0,16                     | 20,19                         | 0,14                     | 18,84                         | 0,14                     | 18,68                         |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 20,05                         | 0,14                     | 18,73                         | -                        | -                             |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 19,95                         | 0,13                     | 18,40                         | -                        | -                             |
| <b>T8</b>                           | 0,14                     | 19,92                         | -                        | -                             | -                        | -                             |

**TABELA 20A.** – Média dos valores da massa de mil grãos em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                               |                          |                               |                          |                               |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
|                                     | <b>30 °C</b>             |                               | <b>40 °C</b>             |                               | <b>50 °C</b>             |                               |
| <b>Amostra</b>                      | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Massa de Mil Grãos (g)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Massa de Mil Grãos (g)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Massa de Mil Grãos (g)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,20                     | 27,62                         | 0,20                     | 26,99                         | 0,20                     | 26,74                         |
| <b>T1</b>                           | 0,20                     | 26,87                         | 0,20                     | 26,60                         | 0,19                     | 25,85                         |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 26,94                         | 0,18                     | 26,47                         | 0,17                     | 25,40                         |
| <b>T3</b>                           | 0,19                     | 26,97                         | 0,17                     | 26,24                         | 0,16                     | 25,35                         |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 26,52                         | 0,16                     | 25,68                         | 0,15                     | 24,99                         |
| <b>T5</b>                           | 0,18                     | 26,33                         | 0,15                     | 25,15                         | 0,14                     | 24,41                         |
| <b>T6</b>                           | 0,17                     | 26,03                         | 0,14                     | 24,75                         | -                        | -                             |
| <b>T7</b>                           | 0,17                     | 25,87                         | 0,14                     | 24,53                         | -                        | -                             |
| <b>T8</b>                           | 0,15                     | 25,71                         | -                        | -                             | -                        | -                             |
| <b>T9</b>                           | 0,14                     | 25,55                         | -                        | -                             | -                        | -                             |

**TABELA 21A.** – Média dos valores da massa específica unitária em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                              |  |                              |  |                              |  |
|-------------------------------------|------------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|--|
|                                     | <b>30 °C</b>                 |  | <b>40 °C</b>                 |  | <b>50 °C</b>                 |  |
| <b>Amostra</b>                      | <b>U* (decimal<br/>b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal<br/>b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal<br/>b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,23                         | 1206,65  | 0,22                         | 1206,34  | 0,25                         | 1209,83  |
| <b>T1</b>                           | 0,22                         | 1208,98  | 0,22                         | 1211,06  | 0,21                         | 1224,02  |
| <b>T2</b>                           | 0,20                         | 1227,91  | 0,20                         | 1217,20  | 0,20                         | 1225,32  |
| <b>T3</b>                           | 0,20                         | 1228,74  | 0,19                         | 1223,02  | 0,17                         | 1233,80  |
| <b>T4</b>                           | 0,19                         | 1230,32  | 0,16                         | 1229,89  | 0,14                         | 1237,27  |
| <b>T5</b>                           | 0,17                         | 1232,68  | 0,14                         | 1232,69  | -                            | 1209,83  |
| <b>T6</b>                           | 0,16                         | 1234,40  | -                            | -  | -                            | -  |
| <b>T7</b>                           | 0,14                         | 1235,70  | -                            | -  | -                            | -  |

**TABELA 22A.** – Média dos valores da massa específica unitária em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                              |  |                              |  |                              |  |
|-------------------------------------|------------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|--|
|                                     | <b>30 °C</b>                 |  | <b>40 °C</b>                 |  | <b>50 °C</b>                 |  |
| <b>Amostra</b>                      | <b>U* (decimal<br/>b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal<br/>b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal<br/>b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,31                         | 1231,38  | 0,29                         | 1236,14  | 0,32                         | 1234,16  |
| <b>T1</b>                           | 0,30                         | 1246,72  | 0,26                         | 1238,23  | 0,30                         | 1237,14  |
| <b>T2</b>                           | 0,29                         | 1250,83  | 0,24                         | 1247,80  | 0,28                         | 1245,61  |
| <b>T3</b>                           | 0,27                         | 1259,84  | 0,22                         | 1261,32  | 0,24                         | 1252,22  |
| <b>T4</b>                           | 0,26                         | 1262,28  | 0,21                         | 1262,07  | 0,21                         | 1266,60  |
| <b>T5</b>                           | 0,24                         | 1265,57  | 0,19                         | 1266,44  | 0,18                         | 1270,77  |
| <b>T6</b>                           | 0,22                         | 1268,90  | 0,18                         | 1268,57  | 0,14                         | 1276,15  |
| <b>T7</b>                           | 0,21                         | 1272,84  | 0,16                         | 1271,84  | -                            | -  |
| <b>T8</b>                           | 0,20                         | 1275,47  | 0,14                         | 1275,17  | -                            | -  |
| <b>T9</b>                           | 0,17                         | 1276,55  | -                            | -  | -                            | -  |
| <b>T10</b>                          | 0,14                         | 1283,57  | -                            | -  | -                            | -  |

**TABELA 23A.** – Média dos valores da massa específica unitária em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |  |                          |  |                          |  |
|-------------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--|--------------------------|--|
|                                     | <b>30 °C</b>             |  | <b>40 °C</b>             |  | <b>50 °C</b>             |  |
| <b>Amostra</b>                      | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,19                     | 1232,21  | 0,19                     | 1231,87  | 0,19                     | 1232,04  |
| <b>T1</b>                           | 0,19                     | 1236,48  | 0,18                     | 1237,10  | 0,17                     | 1250,72  |
| <b>T2</b>                           | 0,18                     | 1238,66  | 0,17                     | 1246,71  | 0,16                     | 1252,25  |
| <b>T3</b>                           | 0,17                     | 1244,35  | 0,16                     | 1254,56  | 0,15                     | 1255,43  |
| <b>T4</b>                           | 0,16                     | 1250,09  | 0,15                     | 1254,70  | 0,14                     | 1256,53  |
| <b>T5</b>                           | 0,16                     | 1251,31  | 0,14                     | 1257,24  | 0,14                     | 1262,19  |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 1253,31  | 0,14                     | 1258,99  | -                        | -  |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 1253,96  | 0,13                     | 1260,90  | -                        | -  |
| <b>T8</b>                           | 0,14                     | 1254,99  | -                        | -  | -                        | -  |

**TABELA 24A.** – Média dos valores da massa específica unitária em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |  |                          |  |                          |  |
|-------------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--|--------------------------|--|
|                                     | <b>30 °C</b>             |  | <b>40 °C</b>             |  | <b>50 °C</b>             |  |
| <b>Amostra</b>                      | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b><math>\rho_U</math> (kg m<sup>-3</sup>)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,20                     | 1271,32  | 0,20                     | 1272,13  | 0,20                     | 1276,30  |
| <b>T1</b>                           | 0,20                     | 1280,37  | 0,20                     | 1288,16  | 0,19                     | 1285,41  |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 1285,50  | 0,18                     | 1289,06  | 0,17                     | 1287,59  |
| <b>T3</b>                           | 0,19                     | 1287,16  | 0,17                     | 1291,09  | 0,16                     | 1291,04  |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 1287,65  | 0,16                     | 1292,39  | 0,15                     | 1293,77  |
| <b>T5</b>                           | 0,18                     | 1288,62  | 0,15                     | 1292,53  | 0,14                     | 1295,23  |
| <b>T6</b>                           | 0,17                     | 1289,76  | 0,14                     | 1294,63  | -                        | -  |
| <b>T7</b>                           | 0,17                     | 1290,14  | 0,14                     | 1296,74  | -                        | -  |
| <b>T8</b>                           | 0,15                     | 1290,89  | -                        | -  | -                        | -  |
| <b>T9</b>                           | 0,14                     | 1290,95  | -                        | -  | -                        | -  |

**TABELA 25A.** – Média dos valores da porosidade em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                       |                          |                       |                          |                       |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                       | <b>40 °C</b>             |                       | <b>50 °C</b>             |                       |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,23                     | 39,70                 | 0,22                     | 39,95                 | 0,25                     | 39,85                 |
| <b>T1</b>                           | 0,22                     | 39,24                 | 0,22                     | 39,18                 | 0,21                     | 38,96                 |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 39,10                 | 0,20                     | 38,92                 | 0,20                     | 38,75                 |
| <b>T3</b>                           | 0,20                     | 38,99                 | 0,19                     | 38,36                 | 0,17                     | 38,53                 |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 38,85                 | 0,16                     | 38,00                 | 0,14                     | 37,88                 |
| <b>T5</b>                           | 0,17                     | 38,43                 | 0,14                     | 37,90                 | -                        | -                     |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 38,19                 | -                        | -                     | -                        | -                     |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 37,93                 | -                        | -                     | -                        | -                     |

**TABELA 26A.** – Média dos valores da porosidade em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem da cultivar Pérola da Safra das águas</b> |                          |                       |                          |                       |                          |                       |
|---|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| <b>Amostra</b>  | <b>30 °C</b>             |                       | <b>40 °C</b>             |                       | <b>50 °C</b>             |                       |
|   | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> |
| <b>T0</b>   | 0,31                     | 39,21                 | 0,29                     | 39,57                 | 0,32                     | 39,26                 |
| <b>T1</b>   | 0,30                     | 38,96                 | 0,26                     | 38,22                 | 0,30                     | 37,58                 |
| <b>T2</b>   | 0,29                     | 38,83                 | 0,24                     | 37,43                 | 0,28                     | 37,27                 |
| <b>T3</b>   | 0,27                     | 38,24                 | 0,22                     | 36,96                 | 0,24                     | 37,02                 |
| <b>T4</b>   | 0,26                     | 38,15                 | 0,21                     | 36,85                 | 0,21                     | 36,89                 |
| <b>T5</b>   | 0,24                     | 37,81                 | 0,19                     | 36,78                 | 0,18                     | 36,62                 |
| <b>T6</b>   | 0,22                     | 37,77                 | 0,18                     | 36,72                 | 0,14                     | 36,42                 |
| <b>T7</b>   | 0,21                     | 37,69                 | 0,16                     | 36,68                 | -                        | -                     |
| <b>T8</b>   | 0,20                     | 37,62                 | 0,14                     | 36,56                 | -                        | -                     |
| <b>T9</b>   | 0,17                     | 37,53                 | -                        | -                     | -                        | -                     |
| <b>T10</b>  | 0,14                     | 37,26                 | -                        | -                     | -                        | -                     |

**TABELA 27A.** – Média dos valores da porosidade em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                       |                          |                       |                          |                       |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                       | <b>40 °C</b>             |                       | <b>50 °C</b>             |                       |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,19                     | 36,36                 | 0,19                     | 37,34                 | 0,19                     | 37,02                 |
| <b>T1</b>                           | 0,19                     | 35,95                 | 0,18                     | 36,30                 | 0,17                     | 34,78                 |
| <b>T2</b>                           | 0,18                     | 35,00                 | 0,17                     | 35,43                 | 0,16                     | 33,79                 |
| <b>T3</b>                           | 0,17                     | 34,59                 | 0,16                     | 35,07                 | 0,15                     | 33,87                 |
| <b>T4</b>                           | 0,16                     | 34,03                 | 0,15                     | 34,90                 | 0,14                     | 33,64                 |
| <b>T5</b>                           | 0,16                     | 33,98                 | 0,14                     | 33,93                 | 0,14                     | 33,66                 |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 33,75                 | 0,14                     | 33,81                 | -                        | -                     |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 33,71                 | 0,13                     | 33,68                 | -                        | -                     |
| <b>T8</b>                           | 0,14                     | 33,63                 | -                        | -                     | -                        | -                     |

**TABELA 28A.** – Média dos valores da porosidade em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                       |                          |                       |                          |                       |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                       | <b>40 °C</b>             |                       | <b>50 °C</b>             |                       |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Porosidade (%)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,20                     | 34,48                 | 0,20                     | 34,78                 | 0,20                     | 35,00                 |
| <b>T1</b>                           | 0,20                     | 34,01                 | 0,20                     | 33,13                 | 0,19                     | 32,08                 |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 33,84                 | 0,18                     | 31,72                 | 0,17                     | 31,06                 |
| <b>T3</b>                           | 0,19                     | 33,36                 | 0,17                     | 31,21                 | 0,16                     | 30,82                 |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 32,37                 | 0,16                     | 30,71                 | 0,15                     | 30,77                 |
| <b>T5</b>                           | 0,18                     | 32,21                 | 0,15                     | 30,52                 | 0,14                     | 30,70                 |
| <b>T6</b>                           | 0,17                     | 31,57                 | 0,14                     | 30,36                 | -                        | -                     |
| <b>T7</b>                           | 0,17                     | 31,44                 | 0,14                     | 30,28                 | -                        | -                     |
| <b>T8</b>                           | 0,15                     | 31,41                 | -                        | -                     | -                        | -                     |
| <b>T9</b>                           | 0,14                     | 31,27                 | -                        | -                     | -                        | -                     |



**TABELA 29A.** – Média dos valores do índice de contração volumétrica unitária ( $\Omega$ ) em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                                |                                      |                          |                                |                                      |                          |                                |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                                |                                      | <b>40 °C</b>             |                                |                                      | <b>50 °C</b>             |                                |                                      |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b> | <b><math>\Omega</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b> | <b><math>\Omega</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b> | <b><math>\Omega</math> (decimal)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,23                     | 154,18                         | 1,00                                 | 0,22                     | 154,04                         | 1,00                                 | 0,25                     | 155,1598                       | 1,00                                 |
| <b>T1</b>                           | 0,22                     | 150,61                         | 0,98                                 | 0,22                     | 148,61                         | 0,96                                 | 0,21                     | 144,3079                       | 0,93                                 |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 144,12                         | 0,93                                 | 0,20                     | 143,02                         | 0,93                                 | 0,20                     | 139,6644                       | 0,90                                 |
| <b>T3</b>                           | 0,20                     | 142,12                         | 0,92                                 | 0,19                     | 140,64                         | 0,91                                 | 0,17                     | 134,0640                       | 0,86                                 |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 138,95                         | 0,90                                 | 0,16                     | 136,52                         | 0,89                                 | 0,14                     | 126,3437                       | 0,81                                 |
| <b>T5</b>                           | 0,17                     | 137,53                         | 0,89                                 | 0,14                     | 134,19                         | 0,83                                 | -                        | -                              | -                                    |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 133,87                         | 0,87                                 | -                        | -                              | -                                    | -                        | -                              | -                                    |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 131,04                         | 0,85                                 | -                        | -                              | -                                    | -                        | -                              | -                                    |

**TABELA 30A.** – Média dos valores do índice de contração volumétrica unitária ( $\Omega$ ) em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| Amostra    | Temperatura do ar de Secagem |                           |                    |                   |                           |                    |                   |                           |                    |
|------------|------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
|            | 30 °C                        |                           |                    | 40 °C             |                           |                    | 50 °C             |                           |                    |
|            | U* (decimal b.s.)            | Volume (mm <sup>3</sup> ) | $\Omega$ (decimal) | U* (decimal b.s.) | Volume (mm <sup>3</sup> ) | $\Omega$ (decimal) | U* (decimal b.s.) | Volume (mm <sup>3</sup> ) | $\Omega$ (decimal) |
| <b>T0</b>  | 0,31                         | 145,80                    | 1,00               | 0,29              | 143,61                    | 1,00               | 0,32              | 147,52                    | 1,00               |
| <b>T1</b>  | 0,30                         | 140,61                    | 0,96               | 0,26              | 137,38                    | 0,96               | 0,30              | 140,84                    | 0,95               |
| <b>T2</b>  | 0,29                         | 137,55                    | 0,94               | 0,24              | 133,97                    | 0,93               | 0,28              | 136,60                    | 0,93               |
| <b>T3</b>  | 0,27                         | 135,52                    | 0,93               | 0,22              | 131,78                    | 0,92               | 0,24              | 133,74                    | 0,91               |
| <b>T4</b>  | 0,26                         | 133,90                    | 0,92               | 0,21              | 130,71                    | 0,91               | 0,21              | 129,16                    | 0,88               |
| <b>T5</b>  | 0,24                         | 130,95                    | 0,90               | 0,19              | 126,88                    | 0,88               | 0,18              | 126,36                    | 0,86               |
| <b>T6</b>  | 0,22                         | 128,83                    | 0,88               | 0,18              | 125,36                    | 0,87               | 0,14              | 121,91                    | 0,83               |
| <b>T7</b>  | 0,21                         | 126,86                    | 0,87               | 0,16              | 123,82                    | 0,86               | -                 | -                         | -                  |
| <b>T8</b>  | 0,20                         | 125,30                    | 0,86               | 0,14              | 123,06                    | 0,84               | -                 | -                         | -                  |
| <b>T9</b>  | 0,17                         | 123,95                    | 0,85               | -                 | -                         | -                  | -                 | -                         | -                  |
| <b>T10</b> | 0,14                         | 123,28                    | 0,85               | -                 | -                         | -                  | -                 | -                         | -                  |

**TABELA 31A.** – Média dos valores do índice de contração volumétrica unitária ( $\Omega$ ) em função da umidade dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                                |                                      |                          |                                |                                      |                          |                                |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                                |                                      | <b>40 °C</b>             |                                |                                      | <b>50 °C</b>             |                                |                                      |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b> | <b><math>\Omega</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b> | <b><math>\Omega</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b> | <b><math>\Omega</math> (decimal)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,19                     | 176,42                         | 1,00                                 | 0,19                     | 177,95                         | 1,00                                 | 0,19                     | 177,22                         | 1,00                                 |
| <b>T1</b>                           | 0,19                     | 173,25                         | 0,98                                 | 0,18                     | 171,36                         | 0,96                                 | 0,17                     | 165,23                         | 0,93                                 |
| <b>T2</b>                           | 0,18                     | 170,65                         | 0,97                                 | 0,17                     | 165,61                         | 0,93                                 | 0,16                     | 159,37                         | 0,90                                 |
| <b>T3</b>                           | 0,17                     | 166,41                         | 0,94                                 | 0,16                     | 158,86                         | 0,89                                 | 0,15                     | 154,20                         | 0,87                                 |
| <b>T4</b>                           | 0,16                     | 163,18                         | 0,92                                 | 0,15                     | 154,68                         | 0,87                                 | 0,14                     | 149,07                         | 0,84                                 |
| <b>T5</b>                           | 0,16                     | 158,69                         | 0,90                                 | 0,14                     | 151,14                         | 0,85                                 | 0,14                     | 144,53                         | 0,82                                 |
| <b>T6</b>                           | 0,16                     | 155,29                         | 0,88                                 | 0,14                     | 148,21                         | 0,83                                 | -                        | -                              | -                                    |
| <b>T7</b>                           | 0,14                     | 150,71                         | 0,85                                 | 0,13                     | 143,63                         | 0,81                                 | -                        | -                              | -                                    |
| <b>T8</b>                           | 0,14                     | 147,74                         | 0,84                                 | -                        | -                              | -                                    | -                        | -                              | -                                    |

**TABELA 32A.** – Média dos valores do índice de contração volumétrica unitária ( $\Omega$ ) em função da umidade dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca para três diferentes temperaturas do ar de secagem.

| <b>Temperatura do ar de Secagem</b> |                          |                                |                                      |                          |                                |                                      |                          |                                |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>30 °C</b>             |                                |                                      | <b>40 °C</b>             |                                |                                      | <b>50 °C</b>             |                                |                                      |
|                                     | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b> | <b><math>\Omega</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b> | <b><math>\Omega</math> (decimal)</b> | <b>U* (decimal b.s.)</b> | <b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b> | <b><math>\Omega</math> (decimal)</b> |
| <b>T0</b>                           | 0,20                     | 211,92                         | 1,00                                 | 0,20                     | 210,51                         | 1,00                                 | 0,20                     | 207,59                         | 1,00                                 |
| <b>T1</b>                           | 0,20                     | 204,09                         | 0,96                                 | 0,20                     | 202,11                         | 0,96                                 | 0,19                     | 198,92                         | 0,96                                 |
| <b>T2</b>                           | 0,20                     | 198,07                         | 0,93                                 | 0,18                     | 195,27                         | 0,93                                 | 0,17                     | 192,93                         | 0,93                                 |
| <b>T3</b>                           | 0,19                     | 195,29                         | 0,92                                 | 0,17                     | 188,70                         | 0,90                                 | 0,16                     | 184,69                         | 0,89                                 |
| <b>T4</b>                           | 0,19                     | 190,39                         | 0,90                                 | 0,16                     | 184,43                         | 0,88                                 | 0,15                     | 179,26                         | 0,86                                 |
| <b>T5</b>                           | 0,18                     | 186,45                         | 0,88                                 | 0,15                     | 180,47                         | 0,86                                 | 0,14                     | 173,71                         | 0,84                                 |
| <b>T6</b>                           | 0,17                     | 182,40                         | 0,86                                 | 0,14                     | 176,30                         | 0,84                                 | -                        | -                              | -                                    |
| <b>T7</b>                           | 0,17                     | 179,90                         | 0,85                                 | 0,14                     | 174,94                         | 0,83                                 | -                        | -                              | -                                    |
| <b>T8</b>                           | 0,15                     | 177,74                         | 0,84                                 | -                        | -                              | -                                    | -                        | -                              | -                                    |
| <b>T9</b>                           | 0,14                     | 176,57                         | 0,83                                 | -                        | -                              | -                                    | -                        | -                              | -                                    |

**ANEXO B – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SECAGEM E DOS TESTES DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR ESTILO DA SAFRA DAS ÁGUAS**

**Tabela 1B.** Análise de variância para os testes de secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 0,02087   | 0,00298   | 277,9033** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 0,00017   | 0,00001   |            |
| <b>Total</b>       | 23        | 0,02104   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 2B.** Análise de variância para os testes de secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 0,0151    | 0,00302   | 148,1639** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 0,00024   | 0,00002   |            |
| <b>Total</b>       | 17        | 0,01534   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 3B.** Análise de variância para os testes de secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>   | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Tratamentos | 4         | 0,01951   | 0,00488   | 194,3173 |
| Resíduos    | 10        | 0,00025   | 0,00003   |          |
| Total       | 14        |           |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 4 B.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 17,77631  | 2,53947   | 8,8108** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 4,55982   | 0,28499   |          |
| <b>Total</b>       | 23        | 22,33613  |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 5 B.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 5,22933   | 1,04587   | 19,3125** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 0,64986   | 0,05415   |           |
| <b>Total</b>       | 17        | 5,87919   |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 6B.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 4         | 10,65294  | 2,66324   | 17,1816** |
| <b>Resíduos</b>    | 10        | 1,55005   | 0,15501   |           |
| <b>Total</b>       | 14        | 12,20299  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 7B.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 3866,23836 | 522,31977 | 58,6828** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 150,59133  | 9,41196   |           |
| <b>Total</b>       | 23        | 4016,8297  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 8B.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 3783,55089 | 756,71018 | 81,1317** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 111,92327  | 9,32694   |           |
| <b>Total</b>       | 17        | 3895,47416 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 9B.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 4         | 2774,72097 | 693,38024 | 64,9678** |
| <b>Resíduos</b>    | 10        | 106,773    | 10,6773   |           |
| <b>Total</b>       | 14        | 2881,49397 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 10B.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|------------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 2707,16041 | 386,7372  | 8,2354** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 751,36582  | 46,96036  |          |
| <b>Total</b>       | 23        | 3458,52623 |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 11B.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 1626,50425 | 325,30085 | 90,1062** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 43,3223    | 3,61019   |           |
| <b>Total</b>       | 17        | 1669,82655 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 12B.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 4         | 1360,33697 | 340,08424 | 3,3067 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 10        | 1028,45702 | 102,8457  |           |
| <b>Total</b>       | 14        | 2388,79399 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )



**Tabela 13B.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 2434,625   | 347,80357 | 40,5208** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 137,33333  | 8,58333   |           |
| <b>Total</b>       | 23        | 2571,95833 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 14B.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 2339,83333 | 467,96667 | 86,8392** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 64,66667   | 5,38889   |           |
| <b>Total</b>       | 17        | 2404,5     |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 15B.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 4         | 2608,93333 | 652,23333 | 815,2917** |
| <b>Resíduos</b>    | 10        | 8          | 0,8000    |            |
| <b>Total</b>       | 14        | 2616,93333 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 16B.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 5,55527   | 0,79361   | 2,1322 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 56        | 20,84361  | 0,3722    |           |
| <b>Total</b>       | 63        | 26,39889  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 17B.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 4,58733   | 0,91747   | 4,9066** |
| <b>Resíduos</b>    | 42        | 7,85348   | 0,1870    |          |
| <b>Total</b>       | 47        | 12,44081  |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 18B.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 4         | 9,41623   | 2,35406   | 11,0101** |
| <b>Resíduos</b>    | 35        | 7,48331   | 0,2138    |           |
| <b>Total</b>       | 39        | 16,89954  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 19B.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 3,3718    | 0,48169   | 1,3967 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 232       | 80,01217  | 0,3449    |           |
| <b>Total</b>       | 239       | 83,38397  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 20B.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 2,82613   | 0,56523   | 1,6846 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 174       | 58,38139  | 0,3355    |           |
| <b>Total</b>       | 179       | 61,20752  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 21B.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 4         | 5,10578   | 1,27645   | 1,7580 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 145       | 105,28125 | 0,7261    |           |
| <b>Total</b>       | 149       | 110,38703 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 22B.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 3,28316   | 0,46902   | 2,1157*  |
| <b>Resíduos</b>    | 232       | 51,43203  | 0,2217    |          |
| <b>Total</b>       | 239       | 54,71519  |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 23B.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 2,95883   | 0,59177   | 5,9435** |
| <b>Resíduos</b>    | 174       | 17,32434  | 0,0996    |          |
| <b>Total</b>       | 179       | 20,28317  |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 24B.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 4         | 3,65201   | 0,913     | 3,8717** |
| <b>Resíduos</b>    | 145       | 34,19294  | 0,2358    |          |
| <b>Total</b>       | 149       | 37,84495  |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 25B.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 2,40023   | 0,34289   | 2,1738*  |
| <b>Resíduos</b>    | 232       | 36,59586  | 0,1577    |          |
| <b>Total</b>       | 239       | 38,99609  |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 26B.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 2,03148   | 0,4063    | 1,5240 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 174       | 46,38711  | 0,2666    |           |
| <b>Total</b>       | 179       | 48,41859  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 27B.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 4         | 1,89441   | 0,4736    | 1,0488 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 145       | 65,47994  | 0,4516    |           |
| <b>Total</b>       | 149       | 67,37435  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 28B.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 7,2005    | 1,02864   | 8,7342** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 1,88434   | 0,1178    |          |
| <b>Total</b>       | 23        | 9,08484   |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 29B.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 9,27646   | 1,85529   | 27,3064** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 0,81532   | 0,0679    |           |
| <b>Total</b>       | 17        | 10,09179  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 30B.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 4         | 6,11946   | 1,52986   | 4,1764*  |
| <b>Resíduos</b>    | 10        | 3,66314   | 0,3663    |          |
| <b>Total</b>       | 14        | 9,7826    |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 31B.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-------------|------------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 56228,40704 | 8032,62958 | 25,1172** |
| <b>Resíduos</b>    | 72        | 23025,98357 | 319,8053   |           |
| <b>Total</b>       | 79        | 79254,39061 |            |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 32B.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 4024,74533  | 804,94907 | 1,7736 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 54        | 24508,15129 | 453,8547  |           |
| <b>Total</b>       | 59        | 28532,89661 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 33B.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-------------|------------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 4         | 18077,25392 | 4519,31348 | 8,4674** |
| <b>Resíduos</b>    | 45        | 24017,78991 | 533,7287   |          |
| <b>Total</b>       | 49        | 42095,04383 |            |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

### ANEXO C – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SECAGEM E DOS TESTES DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR PÉROLA DA SAFRA DAS ÁGUAS

**Tabela 1C.** Análise de variância para os testes de secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 0,08641   | 0,00864   | 109,5309** |
| <b>Resíduos</b>    | 22        | 0,00174   | 0,00008   |            |
| <b>Total</b>       | 32        | 0,08815   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 2C.** Análise de variância para os testes de secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 84,99809  | 10,62476  | 44,3189** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 4,31521   | 0,23973   |           |
| <b>Total</b>       | 26        | 89,3133   |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 3C.** Análise de variância para os testes de secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 77,66987  | 12,94498  | 37,9941** |
| <b>Resíduos</b>    | 14        | 4,76994   | 0,34071   |           |
| <b>Total</b>       | 20        | 82,43982  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 4C.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 79,04148  | 7,90415   | 113,9322** |
| <b>Resíduos</b>    | 22        | 1,52627   | 0,06938   |            |
| <b>Total</b>       | 32        | 80,56775  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 5C.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 57,64063  | 7,20508   | 42,9470** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 3,0198    | 0,16777   |           |
| <b>Total</b>       | 26        | 60,66043  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 6C.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 52,43075  | 8,73846   | 39,3863** |
| <b>Resíduos</b>    | 14        | 3,10611   | 0,22187   |           |
| <b>Total</b>       | 20        | 55,53687  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 7C.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 9175,49496 | 917,5495  | 49,9624** |
| <b>Resíduos</b>    | 22        | 404,02553  | 18,3648   |           |
| <b>Total</b>       | 32        | 9579,5205  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 8C.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-------------|------------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 10494,8654  | 1311,85818 | 70,7874** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 333,58267   | 18,53237   |           |
| <b>Total</b>       | 26        | 10828,44807 |            |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 9C.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b>  | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|------------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 8224,28791 | 1370,71465 | 50,4934** |
| <b>Resíduos</b>    | 14        | 380,05007  | 27,14643   |           |
| <b>Total</b>       | 20        | 8604,33798 |            |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 10C.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-------------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 6972,34286  | 697,34286 | 3,4225** |
| <b>Resíduos</b>    | 22        | 4481,88198  | 203,72191 |          |
| <b>Total</b>       | 32        | 11454,22484 |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )



**Tabela 11C.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 4999,73153 | 624,96644 | 154,9883** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 72,58223   | 4,03235   |            |
| <b>Total</b>       | 26        | 5072,31377 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 12C.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 5037,21627 | 839,53604 | 129,5958** |
| <b>Resíduos</b>    | 14        | 90,69358   | 6,47811   |            |
| <b>Total</b>       | 20        | 5127,90987 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 13C.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 7021,39394 | 702,13939 | 132,7828** |
| <b>Resíduos</b>    | 22        | 116,33333  | 5,28788   |            |
| <b>Total</b>       | 32        | 7137,72727 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 14C.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 4918,51852 | 614,81481 | 230,5556** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 48         | 2,66667   |            |
| <b>Total</b>       | 26        | 4966,51852 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 15C.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 4674,95238 | 779,15873 | 34,0882** |
| <b>Resíduos</b>    | 14        | 320        | 22,8571   |           |
| <b>Total</b>       | 20        | 4994,95238 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 16C.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 32,28358  | 3,22836   | 12,1526** |
| <b>Resíduos</b>    | 77        | 20,45521  | 0,2657    |           |
| <b>Total</b>       | 87        | 52,73879  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 17C.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 15,41173  | 1,92647   | 13,9959** |
| <b>Resíduos</b>    | 63        | 8,67164   | 0,1377    |           |
| <b>Total</b>       | 71        | 24,08337  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 18C.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 47,30277  | 7,8838    | 16,8099** |
| <b>Resíduos</b>    | 49        | 22,98085  | 0,4690    |           |
| <b>Total</b>       | 55        | 70,28362  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 19C.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 3,79017   | 0,37902   | 1,5595 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 319       | 77,52747  | 0,2430    |           |
| <b>Total</b>       | 329       | 81,31765  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 20C.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 2,29417   | 0,28677   | 0,9182 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 261       | 81,51914  | 0,3123    |           |
| <b>Total</b>       | 269       | 83,81331  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 21C.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 2,49233   | 0,41539   | 1,6331 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 203       | 51,63511  | 0,2544    |           |
| <b>Total</b>       | 209       | 54,12744  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 22C.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 4,71312   | 0,47131   | 9,5251** |
| <b>Resíduos</b>    | 319       | 15,78444  | 0,0495    |          |
| <b>Total</b>       | 329       | 20,49756  |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 23C.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 4,02799   | 0,5035    | 4,1190** |
| <b>Resíduos</b>    | 261       | 31,90449  | 0,1222    |          |
| <b>Total</b>       | 269       | 35,93248  |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 24C.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 4,04349   | 0,67392   | 6,2447 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 203       | 21,90746  | 0,1079    |           |
| <b>Total</b>       | 209       | 25,95095  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 25C.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 3,0009    | 0,30009   | 2,2346 * |
| <b>Resíduos</b>    | 319       | 42,83841  | 0,1343    |          |
| <b>Total</b>       | 329       | 45,83931  |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 26C.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 2,50179   | 0,31272   | 4,4386 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 261       | 18,38873  | 0,0705    |           |
| <b>Total</b>       | 269       | 20,89052  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 27C.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 2,84866   | 0,47478   | 3,7545 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 203       | 25,67036  | 0,1265    |           |
| <b>Total</b>       | 209       | 28,51902  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 28C.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 12,41947  | 1,24195   | 2,9314 * |
| <b>Resíduos</b>    | 22        | 9,32083   | 0,4237    |          |
| <b>Total</b>       | 32        | 21,7403   |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 29C.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 23,59153  | 2,94894   | 19,6292 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 2,70418   | 0,1502    |            |
| <b>Total</b>       | 26        | 26,29571  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 30C.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 16,27925  | 2,71321   | 11,5847 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 14        | 3,2789    | 0,23421   |            |
| <b>Total</b>       | 20        | 19,55815  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 31C.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 10        | 6106,7047   | 610,67047 | 1,5368 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 99        | 39337,95452 | 397,3531  |           |
| <b>Total</b>       | 109       | 45444,65922 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 32C.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-------------|------------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 142470,0379 | 17808,7547 | 40,9259 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 81        | 35246,83945 | 435,1462   |            |
| <b>Total</b>       | 89        | 177716,8774 |            |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 33C.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra das águas.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-------------|------------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 6         | 12832,16129 | 2138,69355 | 5,3835** |
| <b>Resíduos</b>    | 63        | 25027,85255 | 397,2675   |          |
| <b>Total</b>       | 69        | 37860,01384 |            |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**ANEXO D – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SECAGEM E DOS TESTES DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR ESTILO DA SAFRA DAS SECA**

**Tabela 1D.** Análise de variância para os testes de secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 0,00809   | 0,00101   | 79,7039 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 0,00023   | 0,00001   |            |
| <b>Total</b>       | 26        | 0,00832   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 2D.** Análise de variância para os testes de secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>    |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 0,01029   | 0,00147   | 283,6083 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 0,00008   | 0,00001   |             |
| <b>Total</b>       | 23        | 0,01037   |           |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 3D.** Análise de variância para os testes de secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 0,00616   | 0,00123   | 62,5581 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 0,00024   | 0,00002   |            |
| <b>Total</b>       | 17        | 0,0064    |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 4D.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 22,17033  | 2,77129   | 5,4057 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 9,22798   | 0,51267   |           |
| <b>Total</b>       | 26        | 31,39831  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 5D.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 27,97712  | 3,99673   | 24,7579 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 2,58292   | 0,16143   |            |
| <b>Total</b>       | 23        | 30,56004  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 6D.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 20,49361  | 4,09872   | 57,7630 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 0,85149   | 0,07096   |            |
| <b>Total</b>       | 17        | 21,3451   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 7D.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 7871,5977 | 983,94971 | 69,9225 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 253,2962  | 14,07201  |            |
| <b>Total</b>       | 26        |           |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )



**Tabela 8D.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-------------|------------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 10917,55787 | 1559,65112 | 22,8675 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 1091,2627   | 68,20395   |            |
| <b>Total</b>       | 23        | 12008,82113 |            |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 9D.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b>  | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|------------|------------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 7879,60356 | 1575,92071 | 95,6929 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 197,6222   | 16,46852   |            |
| <b>Total</b>       | 17        | 8077,22576 |            |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 10D.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 1740,00523 | 217,50065 | 0,8969 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 4364,97173 | 242,49843 |           |
| <b>Total</b>       | 26        | 6104,97696 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 11D.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 2442,23926 | 348,89132 | 0,8084 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 6905,73251 | 431,60828 |           |
| <b>Total</b>       | 23        | 9347,97177 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 12D.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 1603,84409 | 320,76882 | 0,8667 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 4441,47209 | 370,12267 |           |
| <b>Total</b>       | 17        | 6045,31617 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 13D.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 729,33333 | 91,16667  | 49,2300 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 33,33333  | 1,85185   |            |
| <b>Total</b>       | 26        | 762,66667 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 14D.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 2618       | 374       | 47,7447 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 125,33333  | 7,83333   |            |
| <b>Total</b>       | 23        | 2743,33333 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 15D.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 2618       | 374       | 47,7447 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 125,33333  | 7,8333    |            |
| <b>Total</b>       | 23        | 2743,33333 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 16D.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 3,25212   | 0,40651   | 1,2496 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 63        | 20,49507  | 0,3253    |           |
| <b>Total</b>       | 71        | 23,74719  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 17D.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 38,80072  | 5,54296   | 37,3485 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 56        | 8,31108   | 0,1484    |            |
| <b>Total</b>       | 63        | 47,1118   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 18D.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 22,84336  | 4,56867   | 24,9916 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 42        | 7,67794   | 0,1828    |            |
| <b>Total</b>       | 47        | 30,5213   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 19D.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 3,73157   | 0,46645   | 4,0197 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 261       | 30,28653  | 0,1160    |           |
| <b>Total</b>       | 269       | 34,0181   |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 20D.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 5,11576   | 0,73082   | 1,8870 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 232       | 89,85204  | 0,3873    |           |
| <b>Total</b>       | 239       | 94,9678   |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 21D.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 5,19063   | 1,03813   | 1,7991 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 174       | 100,39983 | 0,5770    |           |
| <b>Total</b>       | 179       | 105,59046 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 22D.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 3,73157   | 0,46645   | 4,0197 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 261       | 30,28653  | 0,1160    |           |
| <b>Total</b>       | 269       | 34,0181   |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 23D.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 5,64398   | 0,80628   | 3,8239 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 232       | 48,91812  | 0,2109    |           |
| <b>Total</b>       | 239       | 54,5621   |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 24D.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 4,29896   | 0,85979   | 3,4796 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 174       | 42,995    | 0,2471    |           |
| <b>Total</b>       | 179       | 47,29395  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 25D.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 4,72858   | 0,59107   | 4,4512 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 261       | 34,65813  | 0,1328    |           |
| <b>Total</b>       | 269       | 39,39671  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 26D.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 5,24099   | 0,74871   | 2,6048 * |
| <b>Resíduos</b>    | 232       | 66,68545  | 0,2874    |          |
| <b>Total</b>       | 239       | 71,92644  |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 27D.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 4,01423   | 0,80285   | 1,9263 ns |
| <b>Resíduos</b>    | 174       | 72,51819  | 0,4168    |           |
| <b>Total</b>       | 179       | 46,53242  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 28D.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 24,69289  | 3,08661   | 3,9551 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 18        | 14,04758  | 0,7804    |           |
| <b>Total</b>       | 26        | 38,74047  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 29D.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.s.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 34,90853  | 4,98693   | 4,4375 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 17,98124  | 1,1238    |           |
| <b>Total</b>       | 23        | 52,88978  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 30D.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 23,30111  | 5,26022   | 5,1979 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 12,14376  | 1,01198   |           |
| <b>Total</b>       | 17        | 38,44487  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 31D.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-------------|------------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 8         | 10183,46206 | 1272,93276 | 4,4519 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 81        | 23160,47248 | 285,7318   |           |
| <b>Total</b>       | 89        | 33343,93454 |            |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 32D.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 9961,96567  | 1423,1395 | 4,7405 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 72        | 21614,95948 | 300,2078  |           |
| <b>Total</b>       | 79        | 31576,92516 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 33D.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-------------|------------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 6962,77764  | 1392,55553 | 4,8697 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 54        | 15442,0998  | 285,9648   |           |
| <b>Total</b>       | 59        | 22404,87744 |            |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

## ANEXO E – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SECAGEM E DOS TESTES DE PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE FELJÃO DA CULTIVAR PÉROLA DA SAFRA DA SECA

**Tabela 1E.** Análise de variância para os testes de secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 0,01177   | 0,00131   | 79,6472 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 20        | 0,00033   | 0,00002   |            |
| <b>Total</b>       | 29        | 0,0121    |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 2E.** Análise de variância para os testes de secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 0,01108   | 0,00158   | 66,0077 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 0,00038   | 0,00002   |            |
| <b>Total</b>       | 23        | 0,01146   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 3E.** Análise de variância para os testes de secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>    |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 0,00911   | 0,00182   | 202,3420 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 0,00011   | 0,00001   |             |
| <b>Total</b>       | 17        | 0,00922   |           |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 4E.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 44,98795  | 4,99866   | 20,1691 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 20        | 4,95675   | 0,24784   |            |
| <b>Total</b>       | 29        | 49,94469  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 5E.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 43,76658  | 6         | 73,6341 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 1,35858   | 25,237    |            |
| <b>Total</b>       | 23        | 45,12516  | 0,08491   |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )



**Tabela 6E.** Análise de variância para os testes de ângulo de repouso para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 36,67377  | 7,33475   | 17,4406 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 5,04668   | 0,42056   |            |
| <b>Total</b>       | 17        | 41,72045  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 7E.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-------------|------------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 10081,1197  | 1120,12441 | 87,8451 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 20        | 255,02273   | 12,75114   |            |
| <b>Total</b>       | 29        | 10336,14243 |            |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 8E.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>    |
|--------------------|-----------|-------------|------------|-------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 13555,31913 | 1936,47416 | 148,4968 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 208,64813   | 13,04051   |             |
| <b>Total</b>       | 23        | 13763,96726 |            |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 9E.** Análise de variância para os testes de massa específica aparente para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>    |
|--------------------|-----------|-------------|------------|-------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 10155,77724 | 2031,15545 | 101,0332 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 241,24613   | 20,10384   |             |
| <b>Total</b>       | 17        | 10397,02338 |            |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 10E.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|------------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 1012,62897 | 112,51433 | 2,8794 * |
| <b>Resíduos</b>    | 20        | 781,51061  | 39,07553  |          |
| <b>Total</b>       | 29        | 1794,13958 |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 11E.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 1208,20407 | 172,60058 | 7,1224 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 387,73565  | 24,23348  |           |
| <b>Total</b>       | 23        | 1595,93971 |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 12E.** Análise de variância para os testes de massa específica unitária para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b> |
|--------------------|-----------|------------|-----------|----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 714,53306  | 142,90661 | 3,2299 * |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 530,93151  | 44,24429  |          |
| <b>Total</b>       | 17        | 1245,46457 |           |          |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 13E.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 2058,3     | 228,7     | 21,3075 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 20        | 214,66667  | 10,73333  |            |
| <b>Total</b>       | 29        | 2272,96667 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 14E.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 2722,5    | 388,92857 | 77,7857 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 80        | 5         |            |
| <b>Total</b>       | 23        | 2802,5    |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 15E.** Análise de variância para os testes de índice de contração da massa de grãos para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>     |
|--------------------|-----------|------------|-----------|--------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 3137,77778 | 627,55556 | 282,40000 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 26,66667   | 2,2222    |              |
| <b>Total</b>       | 17        |            |           |              |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 16E.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 20,23203  | 2,248     | 10,5526 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 70        | 14,91196  | 0,2130    |            |
| <b>Total</b>       | 79        | 35,14399  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 17E.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 30,13851  | 4,3055    | 14,8865 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 56        | 16,19639  | 0,2892    |            |
| <b>Total</b>       | 63        | 46,3349   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 18E.** Análise de variância para os testes de massa de mil grãos para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 15,94226  | 3,18845   | 25,8961 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 42        | 5,17124   | 0,1231    |            |
| <b>Total</b>       | 47        | 21,1135   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 19E.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 8,02906   | 0,89212   | 5,3126 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 290       | 48,69802  | 0,1679    |           |
| <b>Total</b>       | 299       | 56,72708  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 20E.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 8,90875   | 1,27268   | 7,7923 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 232       | 37,89117  | 0,1633    |           |
| <b>Total</b>       | 239       | 46,79992  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 21E.** Análise de variância para os testes de comprimento para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 6,98467   | 1,39693   | 5,1490 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 174       | 47,20682  | 0,2713    |           |
| <b>Total</b>       | 179       | 57,1915   |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 22E.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 5,17806   | 0,57534   | 13,5976 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 290       | 12,27042  | 0,0423    |            |
| <b>Total</b>       | 299       | 17,44847  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 23E.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 5,23204   | 0,74743   | 7,2509 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 232       | 23,91511  | 0,1031    |           |
| <b>Total</b>       | 239       | 29,14716  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 24E.** Análise de variância para os testes de largura para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 4,17405   | 0,83481   | 17,4968 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 174       | 8,30194   | 0,0477    |            |
| <b>Total</b>       | 179       | 12,47599  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 25E.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 4,57181   | 0,50798   | 4,8658 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 290       | 30,27568  | 0,1044    |           |
| <b>Total</b>       | 299       | 34,8475   |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 26E.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 3,64137   | 0,5202    | 4,3939 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 232       | 27,46675  | 0,1184    |           |
| <b>Total</b>       | 239       | 31,10812  |           |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 27E.** Análise de variância para os testes de espessura para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 3,15744   | 0,63149   | 11,2826 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 174       | 9,73883   | 0,0560    |            |
| <b>Total</b>       | 179       | 12,89627  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 28E.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 40,3145   | 4,47929   | 17,5566 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 20        | 5,10279   | 0,2551    |            |
| <b>Total</b>       | 29        | 45,41729  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 29E.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 53,65643  | 7,6652    | 37,0340 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 16        | 3,31164   | 0,2070    |            |
| <b>Total</b>       | 23        | 56,96807  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 30E.** Análise de variância para os testes de porosidade para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 42,34978  | 8,46996   | 33,5920 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 12        | 3,02571   | 0,25214   |            |
| <b>Total</b>       | 17        | 45,37549  |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 31E.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 30 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>  |
|--------------------|-----------|-------------|------------|-----------|
| <b>Tratamentos</b> | 9         | 12828,30174 | 1425,36686 | 8,1168 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 90        | 15804,64289 | 175,60714  |           |
| <b>Total</b>       | 99        | 28632,94463 |            |           |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 32E.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 40 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-------------|------------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 7         | 12492,46551 | 1784,63793 | 15,3856 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 72        | 8351,56924  | 115,9940   |            |
| <b>Total</b>       | 79        | 20844,03475 |            |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 33E.** Análise de variância para os testes de índice de contração volumétrica unitária para secagem à 50 °C dos grãos da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>   |
|--------------------|-----------|-------------|------------|------------|
| <b>Tratamentos</b> | 5         | 11171,93087 | 2234,29617 | 11,3241 ** |
| <b>Resíduos</b>    | 54        | 10654,8878  | 197,3127   |            |
| <b>Total</b>       | 59        | 21826,81867 |            |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

**ANEXO F – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS TESTES DE QUALIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR ESTILO DA SAFRA DAS ÁGUAS**

**Tabela 1F.** Análise de variância para os testes de tempo de cocção dos grãos armazenados da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|---------------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 15,660366  | 7,80183   | 2,9924 ns  |
| <b>Resíduo a</b>          | 6         | 15,64338   | 2,60723   |            |
| <b>Parcelas</b>           | 8         | 31,24704   |           |            |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 65,37601   | 65,37601  | 25,6797 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 4,18633    | 2,09317   | 0,8222 ns  |
| <b>Resíduo b</b>          | 6         | 15,27494   | 2,54582   |            |
| <b>Subparcelas b</b>      | 17        | 116,08433  |           |            |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 1922,07342 | 320,34557 | 85,6180 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 22,86663   | 1,90555   | 0,5093 ns  |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 36,76117   | 6,12686   | 1,6375     |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 14,53009   | 1,21084   | 0,3236 *   |
| <b>Resíduo c</b>          | 72        | 269,39301  | 3,74157   |            |
| <b>Total</b>              | 125       | 2381,70864 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 2F.** Análise de variância para os testes de condutividade elétrica dos grãos armazenados da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|-------------|------------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 1462,99772  | 731,49886  | 11,6919 **  |
| <b>Resíduo a</b>          | 9         | 563,07896   | 62,56433   |             |
| <b>Parcelas</b>           | 11        | 2026,07668  |            |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 2169,91567  | 2169,91567 | 340,8348 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 99,43687    | 49,71844   | 7,8094 *    |
| <b>Resíduo b</b>          | 9         | 57,29825    | 6,36647    |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 23        | 4352,72748  |            |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 63149,36504 | 10524,8942 | 519,7824 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 823,59479   | 68,6329    | 3,3895 **   |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 507,43532   | 84,57255   | 4,1767 **   |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 167,10307   | 13,92526   | 0,6877 ns   |
| <b>Resíduo c</b>          | 108       | 2186,85461  | 20,24865   |             |
| <b>Total</b>              | 167       | 71187,08031 |            |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )



**Tabela 3F.** Análise de variância para os testes de germinação dos grãos armazenados da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b>  | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|------------|------------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 2040,08333 | 1020,04167 | 233,7885 ** |
| <b>Resíduo a</b>          | 9         | 39,26786   | 4,3631     |             |
| <b>Parcelas</b>           | 11        | 2079,35119 |            |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 143,00595  | 143,00595  | 46,3505 **  |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 34,29762   | 17,14881   | 5,5582 *    |
| <b>Resíduo b</b>          | 9         | 27,76786   | 3,08532    |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 23        | 2284,42262 |            |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 3724,90476 | 620,81746  | 194,2222 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 571,16667  | 47,59722   | 14,8908 **  |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 72,95238   | 12,15873   | 3,8038 **   |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 40,61905   | 3,38492    | 1,0590 ns   |
| <b>Resíduo c</b>          | 108       | 345,21429  | 3,19643    |             |
| <b>Total</b>              | 167       | 7039,27976 |            |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 4F.** Análise de variância para os testes de absorção de água dos grãos armazenados da cultivar Estilo da safra das águas.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 0,00356   | 0,00178   | 0,3102 ns  |
| <b>Resíduo a</b>          | 6         | 0,03447   | 0,00574   |            |
| <b>Parcelas</b>           | 8         | 0,03803   |           |            |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 0,18123   | 0,18123   | 18,2233 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 0,00185   | 0,00092   | 0,0929 ns  |
| <b>Resíduo b</b>          | 6         | 0,05967   | 0,00995   |            |
| <b>Subparcelas b</b>      | 17        | 0,28078   |           |            |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 0,44464   | 0,07411   | 9,8594 **  |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 0,00483   | 0,0004    | 0,0535 **  |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 0,06221   | 0,01037   | 1,3794 ns  |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 0,00605   | 0,0005    | 0,0671 **  |
| <b>Resíduo c</b>          | 72        | 0,54118   | 0,00752   |            |
| <b>Total</b>              | 125       | 1,33968   |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**ANEXO G – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS TESTES DE QUALIDADE DE  
ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR PÉROLA DA  
SAFRA DAS ÁGUAS**

**Tabela 1G.** Análise de variância para os testes de tempo de cocção dos grãos armazenados da cultivar Pérola da safra das águas

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>   |
|---------------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 23,134     | 11,567    | 2,6761 ns  |
| <b>Resíduo a</b>          | 6         | 25,93412   | 4,32235   |            |
| <b>Parcelas</b>           | 8         | 49,06812   |           |            |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 41,34883   | 41,34883  | 16,4300 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 1,1023     | 0,55115   | 0,2190 ns  |
| <b>Resíduo b</b>          | 6         | 15,09999   | 2,51666   |            |
| <b>Subparcelas b</b>      | 17        | 106,61923  |           |            |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 1693,95003 | 282,325   | 87,5086 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 38,10322   | 3,17527   | 0,9842 ns  |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 32,24749   | 5,37458   | 1,6659 ns  |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 27,53368   | 2,29447   | 0,7112 ns  |
| <b>Resíduo c</b>          | 72        | 232,2903   | 3,22625   |            |
| <b>Total</b>              | 125       | 2130,74395 |           |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 2G.** Análise de variância para os testes de condutividade elétrica dos grãos armazenados da cultivar Pérola da safra das águas

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>  | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|-------------|------------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 9492,34623  | 4746,17311 | 116,1290 ** |
| <b>Resíduo a</b>          | 9         | 367,82848   | 40,86983   |             |
| <b>Parcelas</b>           | 11        | 9860,17471  |            |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 11870,68556 | 11870,6856 | 680,1370 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 456,78311   | 228,39155  | 13,0858 **  |
| <b>Resíduo b</b>          | 9         | 157,08036   | 17,45337   |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 23        | 22344,72373 |            |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 114020,0625 | 19003,3438 | 426,0863 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 223,7833    | 18,64861   | 0,4181 ns   |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 2771,11944  | 461,85624  | 10,3555 **  |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 480,92944   | 40,07745   | 0,8986 ns   |
| <b>Resíduo c</b>          | 108       | 4816,77346  | 44,59975   |             |
| <b>Total</b>              | 167       | 144657,3919 |            |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 3G.** Análise de variância para os testes de germinação dos grãos armazenados da cultivar Pérola da safra das águas

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|------------|-----------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 767,17857  | 383,58929 | 139,7896 ** |
| <b>Resíduo a</b>          | 9         | 24,69643   | 2,74405   |             |
| <b>Parcelas</b>           | 11        | 791,875    |           |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 363,14881  | 363,14881 | 101,7382 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 184,08333  | 92,04167  | 25,7860 **  |
| <b>Resíduo b</b>          | 9         | 32,125     | 3,56944   |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 23        | 1371,23214 |           |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 4162,30952 | 693,71825 | 378,5283 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 97,15476   | 8,09623   | 4,4177 **   |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 100,47619  | 16,74603  | 9,1375 **   |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 62,41667   | 5,20139   | 2,8381 **   |
| <b>Resíduo c</b>          | 108       | 197,92857  | 1,83267   |             |
| <b>Total</b>              | 167       | 5991,51786 |           |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 4G.** Análise de variância para os testes de absorção de água dos grãos armazenados da cultivar Pérola da safra das águas

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 0,00426   | 0,00213   | 1,3134 ns   |
| <b>Resíduo a</b>          | 6         | 0,00973   | 0,00162   |             |
| <b>Parcelas</b>           | 8         | 0,01398   |           |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 0,41227   | 0,41227   | 229,4921 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 0,02673   | 0,1336    | 7,4396 *    |
| <b>Resíduo b</b>          | 6         | 0,01078   | 0,0018    |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 17        | 0,46376   |           |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 1,1803    | 0,19672   | 39,2995 **  |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 0,02279   | 0,0019    | 0,3793 ns   |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 0,20371   | 0,03395   | 6,7829 **   |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 0,01126   | 0,00094   | 0,1875 **   |
| <b>Resíduo c</b>          | 72        | 0,3604    | 0,00501   |             |
| <b>Total</b>              | 125       | 2,24222   |           |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**ANEXO H – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS TESTES DE QUALIDADE DE  
ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR ESTILO DA  
SAFRA DA SECA**

**Tabela 1H.** Análise de variância para os testes de tempo de cocção dos grãos armazenados da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|------------|-----------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 764,29915  | 382,14957 | 4463,4538** |
| <b>Resíduo a</b>          | 6         | 0,51370    | 0,08562   |             |
| <b>Parcelas</b>           | 8         | 764,81285  |           |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 160,12192  | 160,12192 | 478,1571**  |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 1,55324    | 0,77662   | 2,3192 ns   |
| <b>Resíduo b</b>          | 6         | 2,00924    | 0,33487   |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 17        | 928,49725  |           |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 468,91450  | 78,15242  | 613,1478 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 9,58835    | 0,79903   | 6,2688 **   |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 52,72358   | 8,78726   | 68,9408 **  |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 25,78452   | 2,14871   | 16,8578 **  |
| <b>Resíduo c</b>          | 72        | 9,17719    | 0,12746   |             |
| <b>Total</b>              | 125       | 1494,68540 |           |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 2H.** Análise de variância para os testes de condutividade elétrica dos grãos armazenados da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>    | <b>QM</b>   | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|--------------|-------------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 32625,11778  | 16312,55889 | 1432,271 ** |
| <b>Resíduo a</b>          | 9         | 102,50366    | 11,38930    |             |
| <b>Parcelas</b>           | 11        | 32727,32144  |             |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 24450,32354  | 24450,32354 | 4058,330 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 1966,00982   | 983,00491   | 163,1618 ** |
| <b>Resíduo b</b>          | 9         | 54,22253     | 6,02473     |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 23        | 59198,17733  |             |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 43446,33099  | 7241,05516  | 927,1136 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 3275,43944   | 272,95329   | 34,9478 **  |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 4019,74280   | 669,95713   | 85,7784 **  |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 1105,19167   | 92,09931    | 11,7920 **  |
| <b>Resíduo c</b>          | 108       | 843,51474    | 7,81032     |             |
| <b>Total</b>              | 167       | 111888,39696 |             |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 3H.** Análise de variância para os testes de germinação dos grãos armazenados da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|------------|-----------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 514,58333  | 257,29167 | 264,1039 ** |
| <b>Resíduo a</b>          | 9         | 8,76786    | 0,97421   |             |
| <b>Parcelas</b>           | 11        | 523,35119  |           |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 166,00595  | 166,00595 | 149,6726 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 11,51190   | 5,75595   | 5,1896 *    |
| <b>Resíduo b</b>          | 9         | 9,98214    | 1,10913   |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 23        | 710,85119  |           |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 1229,48810 | 204,91468 | 152,1016 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 111,8333   | 9,31944   | 6,9175 **   |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 107,70238  | 17,95040  | 13,3240 **  |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 46,90476   | 3,90873   | 2,9013 **   |
| <b>Resíduo c</b>          | 108       | 145,50000  | 1,34722   |             |
| <b>Total</b>              | 167       | 2352,27976 |           |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 4H.** Análise de variância para os testes de absorção de água dos grãos armazenados da cultivar Estilo da safra da seca.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 0,30970   | 0,15485   | 1667,6154** |
| <b>Resíduo a</b>          | 6         | 0,00056   | 0,00009   |             |
| <b>Parcelas</b>           | 8         | 0,31026   |           |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 0,01738   | 0,01738   | 132,7515 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 0,02312   | 0,01156   | 88,2606 **  |
| <b>Resíduo b</b>          | 6         | 0,00079   | 0,00013   |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 17        | 0,35154   |           |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 0,06543   | 0,01091   | 107,2094 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 0,01471   | 0,00123   | 12,0520 **  |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 0,00966   | 0,00161   | 15,8283 **  |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 0,01147   | 0,00096   | 9,3992 **   |
| <b>Resíduo c</b>          | 72        | 0,00732   | 0,00010   |             |
| <b>Total</b>              | 125       | 0,46014   |           |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**ANEXO I – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS TESTES DE QUALIDADE DE  
ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO DA CULTIVAR PÉROLA DA  
SAFRA DA SECA**

**Tabela 1I.** Análise de variância para os testes de tempo de cocção dos grãos armazenados da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|------------|-----------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 671,00133  | 335,50067 | 858,0708 ** |
| <b>Resíduo a</b>          | 6         | 2,34596    | 0,39099   |             |
| <b>Parcelas</b>           | 8         | 673,34730  |           |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 183,31126  | 183,61126 | 567,4572 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 5,46259    | 2,73130   | 8,4412 *    |
| <b>Resíduo b</b>          | 6         | 1,94141    | 0,32357   |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 17        | 864,36256  |           |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 990,11986  | 165,01998 | 848,0353 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 45,21765   | 3,76814   | 19,3644 **  |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 58,08967   | 9,68161   | 49,7537 **  |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 8,54604    | 0,71217   | 3,6598 **   |
| <b>Resíduo c</b>          | 72        | 14,01055   | 0,19459   |             |
| <b>Total</b>              | 125       | 1980,34633 |           |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 2I.** Análise de variância para os testes de condutividade elétrica dos grãos armazenados da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>   | <b>QM</b>   | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 33433,13328 | 16716,56664 | 2089,311 ** |
| <b>Resíduo a</b>          | 9         | 72,00895    | 8,00099     |             |
| <b>Parcelas</b>           | 11        | 33505,14223 |             |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 5553,68123  | 5553,68123  | 4378,673 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 25,26109    | 12,63054    | 9,9583 **   |
| <b>Resíduo b</b>          | 9         | 11,41513    | 1,26835     |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 23        | 39095,49968 |             |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 37876,00762 | 6312,66794  | 1838,740 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 458,06266   | 38,17189    | 11,1186 **  |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 498,85933   | 83,14322    | 24,2178 **  |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 369,95386   | 30,82949    | 8,9799 **   |
| <b>Resíduo c</b>          | 108       | 370,77994   | 3,43315     |             |
| <b>Total</b>              | 167       | 78669,16309 |             |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 3I.** Análise de variância para os testes de germinação dos grãos armazenados da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b>  | <b>QM</b> | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|------------|-----------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 227,39286  | 113,69643 | 109,5660 ** |
| <b>Resíduo a</b>          | 9         | 9,33929    | 1,03770   |             |
| <b>Parcelas</b>           | 11        | 236,73214  |           |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 504,05357  | 504,05357 | 563,2882 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 184,53571  | 92,26786  | 103,1109 ** |
| <b>Resíduo b</b>          | 9         | 8,05357    | 0,89484   |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 23        | 933,37500  |           |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 1882,25000 | 313,70833 | 233,0845 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 92,60714   | 7,71726   | 5,7339 **   |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 170,65476  | 28,44246  | 21,1327 **  |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 97,13095   | 8,09425   | 6,0140 **   |
| <b>Resíduo c</b>          | 108       | 145,35714  | 1,34590   |             |
| <b>Total</b>              | 167       | 3321,37500 |           |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

**Tabela 4I.** Análise de variância para os testes de absorção de água dos grãos armazenados da cultivar Pérola da safra da seca.

| <b>FV</b>                 | <b>GL</b> | <b>SQ</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>    |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Tratamento a (Ta)</b>  | 2         | 0,09189   | 0,04594   | 47,4111 **  |
| <b>Resíduo a</b>          | 6         | 0,00581   | 0,00097   |             |
| <b>Parcelas</b>           | 8         | 0,09770   |           |             |
| <b>Tratamento b (Tb)</b>  | 1         | 0,06675   | 0,06675   | 113,4953 ** |
| <b>Interação Ta x Tb</b>  | 2         | 0,00101   | 0,00051   | 0,8596 ns   |
| <b>Resíduo b</b>          | 6         | 0,00353   | 0,00059   |             |
| <b>Subparcelas b</b>      | 17        | 0,16899   |           |             |
| <b>Tratamento c (Tc)</b>  | 6         | 0,63633   | 0,10606   | 180,9878 ** |
| <b>Interação Ta x Tc</b>  | 12        | 0,01401   | 0,00117   | 1,9928 *    |
| <b>Interação Tb x Tc</b>  | 6         | 0,02150   | 0,00358   | 6,1147 **   |
| <b>Interação TaxTbxTc</b> | 12        | 0,01371   | 0,00114   | 1,9499 *    |
| <b>Resíduo c</b>          | 72        | 0,04219   | 0,0059    |             |
| <b>Total</b>              | 125       | 0,89673   |           |             |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )