



INFLUÊNCIA DO TEMPO DE SECAGEM NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DAS SEMENTES DE QUIABO (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench)

Thalis Leandro Bezerra de Lima¹
Luiz Fernando Whitaker Kitajima²

RESUMO

O quiabo é um fruto comercializado principalmente na sua forma *in natura*, no entanto, é muito apreciado pelo seu sabor em suas diversas formas de processamento. O seu interior é constituído de muitas sementes que possuem a necessidade do conhecimento de suas características físicas pois elas evidenciam os cuidados na sua colheita, armazenagem e inserção em indústrias de beneficiamento. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes tempos de secagem nas propriedades físicas das sementes de quiabo. As sementes do quiabo foram extraídas do fruto manualmente e realizado o cálculo de rendimento, em seguida foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar com temperatura de 60 °C em diferentes tempos de secagem 80, 100, 120 e 190 min. As sementes no tempo 0 (*in natura*), 80, 100, 120 e 190 min foram caracterizadas quanto as seguintes propriedades físicas: teor de água, atividade de água, massa unitária, massa específica real e aparente, porosidade, volume, ângulo de repouso dinâmico e dimensões (comprimento, largura e espessura). A extração das sementes de quiabo apresentou um rendimento de 12,62%. Após 190 min de secagem os resultados finais de 11,35% de teor de água e atividade de água de 0,561, proporcionou diminuição da massa específica unitária, volume, porosidade, ângulo de repouso dinâmico, comprimento, largura e espessura, e o aumento da massa específica aparente e real.

Palavras-chave: Armazenamento; Teor de água; Porosidade; Dimensionamento de equipamentos.

ABSTRACT

Okra is a fruit sold mainly in its natural form, however, it is very appreciated for its flavor in different forms of processing. Its interior consists of many seeds that have the need to know their physical characteristics because they show the care in their harvest, storage and insertion in processing industries. Thus, the present study aimed to evaluate the influence of different drying times on the physical properties of okra seeds. The okra seeds were extracted from the fruit manually and the yield calculation was performed, then they were subjected to drying in an air circulation oven with a temperature of 60 °C at different drying times 80, 100, 120 and 190 min. The seeds at time 0 (*in natura*), 80, 100, 120 and 190 min were characterized according to the following physical properties: water content, water activity, unit mass, real and apparent specific mass, porosity, volume, angle of rest dynamic and dimensions (length, width and thickness). The extraction of okra seeds showed a yield of 12.62%. After 190 min of drying, the final results of 11.35% water content and 0.561 water activity, provided a decrease in unit

¹ Pós-graduando em Liderança Empreendedora e Inovação no Agronegócio, tthallisma@gmail.com

² Professor da Faculdade CNA, luiz.fernando@faculadecna.edu.br



specific mass, volume, porosity, dynamic resting angle, length, width and thickness, and an increase in apparent and real specific mass.

Keywords: Storage; Water content; Porosity; Equipment sizing.

INTRODUÇÃO

O quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) é um fruto com origem africana, da família das Malvaceae. No Brasil o seu cultivo e produção, apesar de maior presença na região nordeste, também é realizado na região sudeste (MOTA *ET AL.*, 2010). Os frutos do quiabeiro são vagens verdes que são tradicionalmente comercializados na sua forma *in natura* é um fruto extremamente perecível devido à sua alta atividade respiratória e teor de umidade (BAEGHBALI, NGADI, NIAKOUSARI, 2020). O interior das suas vagens é composto por muitas sementes que segundo Adalakun *et al.* (2012) diz é a parte do fruto que possui maiores quantidades de nutrientes como as proteínas, antioxidantes e óleos.

As sementes de quiabo, ao serem extraídas do fruto, apresentam alto teor de água, fazendo com que seja necessário a aplicação de técnicas de conservação viabilizando um maior período de armazenamento. Neste sentido, a secagem é o processo mais utilizado para assegurar a qualidade e estabilidade dos produtos agrícolas nas etapas pós-colheita (ADELAKUN *ET AL.*, 2012; SILVA, VESPUCCI, DEVILLA, 2018).

Os conhecimentos relacionados as propriedades físicas de produtos agrícolas são de extrema importância para possibilitar a utilização destes produtos pela indústria, uma vez que indicam as condições ideais para o transporte e armazenamento (KIBAR, 2008). Neste sentido, a avaliação das propriedades físicas dos produtos, proporcionam a redução dos custos de produção garantindo uma maior competitividade e manutenção da qualidade do produto. Informações como tamanho, volume, porosidade e massa específica, entre outras, são ferramentas essenciais no estudo envolvendo propriedades físicas das sementes e a variação dessas propriedades em função do tempo de secagem devem ser levados em consideração (SILVA *ET AL.*, 2019a).

Tendo em vista a importância da inserção da semente de quiabo nas indústrias de processamento e beneficiamento, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes tempos de secagem nas propriedades físicas das sementes de quiabo.

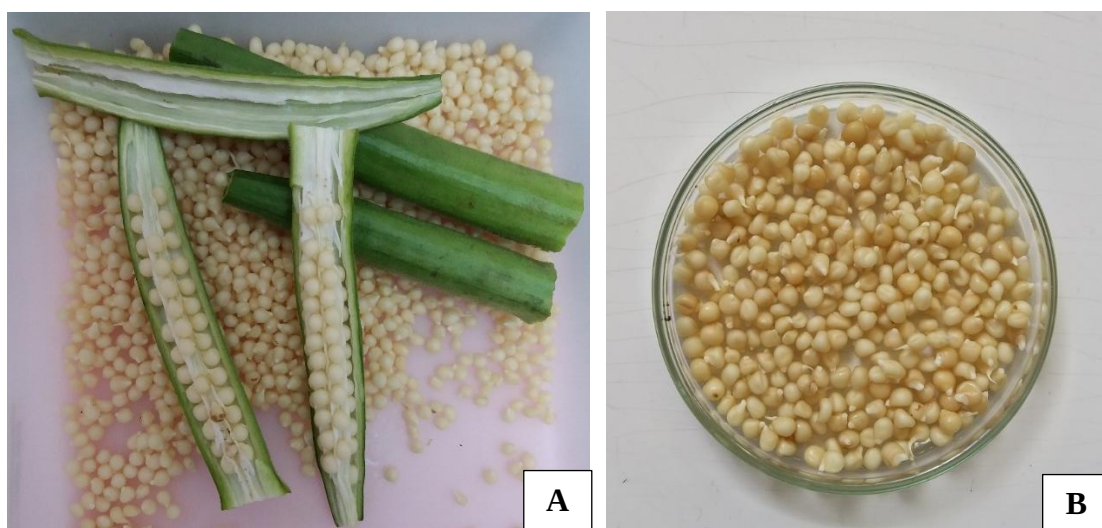
METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, pertencente a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Utilizou-se sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), extraídas de frutos adquiridos em feira livre na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Inicialmente os quiabos foram selecionados, higienizados e sanitizados. As sementes foram extraídas das vagens de forma manual, em seguida realizou-se a separação das mesmas retirando-se as defeituosas. A Figura 1, apresenta as vagens de quiabo e as suas sementes extraídas.

Figura 1 – Vagens de quiabos frescos cortadas (A) e sementes de quiabos *in natura* após extração (B).



Fonte: Autoria própria (2024).

Após a extração, as sementes foram acondicionadas em cestas de arame vazado, para dar início ao processo de secagem e consequentemente, obtenção dos diferentes teores de água. A secagem foi realizada em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C.

As sementes foram colocadas em cestas distintas e retiradas após 80, 100, 120 e 190 minutos. Sendo este último tempo correspondente ao tempo necessário para que as sementes entrassem em um equilíbrio higroscópico.

Cálculo de rendimentos das sementes

Após as vagens terem as suas frações separadas por despulpamento manual o cálculo de rendimento de sementes foi calculado através da seguinte Equação 1:

$$RS (\%) = \frac{Mf - Mc}{Mc} \times 100 \quad (1)$$

Onde: RS é o rendimento de semente em percentual; Mf é a massa total da vagem (g); Mc é a massa da casca (g).

Determinação das propriedades físicas

Teor de água e atividade de água (a_w)

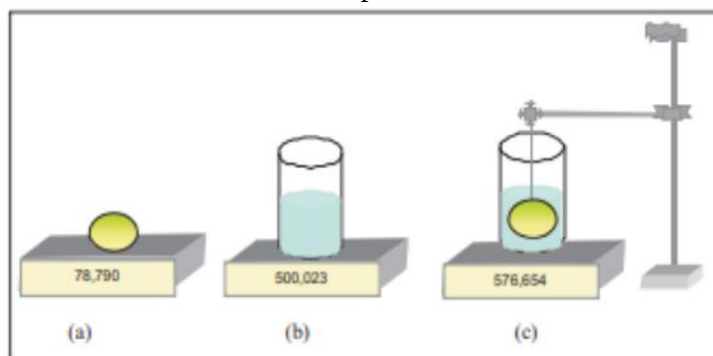
As sementes de quiabo *in natura* (0 min) e após os diferentes tempos de secagem (80, 100, 120 e 190 min) foram caracterizadas quanto aos seguintes parâmetros físicos: teor de água pelo método gravimétrico a 105 °C até massa constante segundo metodologia proposta pelo

Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), atividade de água (a_w) através de leitura direta em equipamento Aqualab, modelo 3TE, da Decagon Devices.

Massa unitária, volume e massa específica real e aparente

A massa unitária das sementes, volume e massa específica real e aparente, foram determinadas seguindo as metodologias descritas por Almeida, Duarte e Cavalcanti-Mata (2006). A Figura 2 apresenta um esquema base de como foram determinadas essas propriedades.

Figura 2 – Esquema base para determinação da massa unitária, volume e massa específica real e aparente.



Fonte: Melo *et al.* (2007).

Porosidade e ângulo de repouso

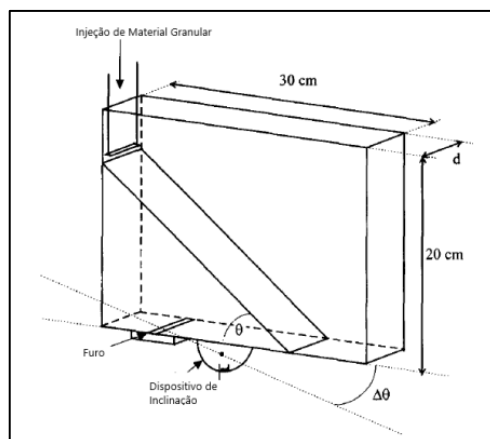
A porosidade foi determinada pela relação entre as massas específicas aparente e real, conforme a Equação 2 (GUSTAFSON; HALL, 1972):

$$\varepsilon = [1 - (\rho_a / \rho_r)] \quad (2)$$

em que: ε é a porosidade da massa das sementes (%); ρ_a - massa específica aparente (kg.m^{-3}); ρ_r - massa específica real (kg.m^{-3}).

O ângulo de repouso dinâmico foi determinado utilizando-se uma estrutura de madeira montada sobre uma plataforma plana móvel, a qual pode ser inclinada até que as sementes iniciassem o movimento, momento em que a leitura foi realizada seguindo as metodologias propostas por Almeida, Duarte e Cavalcanti-Mata (2006), adaptado do aparato experimental desenvolvido por Grasselli e Hermmann (1997) conforme figura 3.

Figura 3 - Aparato experimental desenvolvido de ângulo de repouso



Fonte: Grasselli e Hermmann (1997).

Dimensões

O tamanho das sementes foi analisado quanto ao comprimento, largura, espessura com auxílio de paquímetro digital sendo que “a” representa o comprimento ou maior eixo, mm; “b” a largura ou eixo médio, mm e “c” a espessura ou menor eixo, mm, conforme metodologia de Mohsenin (1986).

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste de Tukey de comparação de médias ao nível de significância de 5%, com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 Beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

REFERENCIAL TEÓRICO

O quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) é um fruto com origem africana, da família das *Malvaceae* (MOTA ET AL., 2010). Possui cultivo mais disseminado em países dos trópicos, por isso é uma planta fácil de ser cultivada no Brasil, onde o cultivo e produção, apesar de maior presença na região Nordeste, também é feita no Sudeste (MOTA, FINGER, CASALI, 2000), podendo ter mais de uma safra por ano.

O quiabo é comercializado principalmente na forma *in natura* nas feiras livres e mercados regionais, espalhados principalmente pelo interior dos estados, com cultivo bem disseminado, favorecido pelo clima e pelo valor econômico (PURQUERIO, LAGO, PASSOS, 2010). Entretanto, o fruto possui uma vida útil pós colheita curta, que reduz o valor estimado de acordo com a época de colheita e também limita o alcance de mercado devido a rápida alteração de suas características na ausência de armazenamento adequado (FINGER ET AL., 2008).

O interesse em prolongar a vida útil de produtos perecíveis como o quiabo com o mínimo de alterações sensoriais e nutricionais, induz a reiteradas pesquisas envolvendo formas de processamento, constantemente demandadas no setor de transformação de produtos agroindustriais. Dentre essas, a secagem ou desidratação constitui uma das técnicas mais empregadas para a estabilização e manutenção das qualidades físicas e químicas, além de que o

produto transformado tem multiplicado seu valor econômico e oferece ao mercado novas opções de matérias-primas e produtos semiprontos (SILVA *ET AL.*, 2005).

O quiabo é uma cultura ideal para agricultura familiar, principalmente devido à sua viabilidade econômica, pois requer gastos moderados com mão-de-obra nas etapas de colheita, classificação e embalagem. Entre as cultivares mais utilizadas destacam-se 'Colhe Bem' e 'Santa Cruz 47' (FILGUEIRA, 2008). A Bahia serviu como porta de entrada para a introdução e disseminação do quiabo no Brasil, destacando-se principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste (SANTOS *ET AL.*, 2013).

Dentre várias cultivares a Santa Cruz ocupa 90% do mercado. A cultivar Santa Cruz 47 é a mais cultivada no Brasil, destacando-se por suas características vigorosas e internódios curtos. Seus frutos são claros, cilíndricos e possuem o menor teor de fibras entre todas as variedades, tornando-a uma opção preferida pelos agricultores e consumidores (SOUZA, 2012).

O quiabo é um alimento altamente nutritivo e apreciado na culinária brasileira devido ao seu sabor único e valor alimentício. Rico em vitaminas A, B1 e C, além de minerais como cálcio e ferro, é uma excelente opção para uma alimentação saudável (JARRET, WANG E LEVY, 2011). Segundo Bazán (2006) o fruto é anti-helmíntico, antiparasitário e demulcente, sendo indicado para tratar diarreias, verminoses, inflamações e irritação do estômago, rins e intestino. Além disso, o quiabo auxilia no funcionamento ótimo do sistema digestivo e intestinal, graças ao seu alto teor de polissacarídeos e microemulientes. (ADELAKUN *ET AL.*, 2012).

O quiabo é uma hortaliça frutífera tropical e subtropical, amplamente cultivada no Brasil, desempenhando um papel econômico significativo (PURQUERIO, LAGO, PASSOS, 2010), mas pouco contemplada pela pesquisa, principalmente na área de sementes. A utilização de sementes de alta qualidade é fundamental para aumentar a produtividade agrícola. Embora seja um tema amplamente estudado em diversas culturas, ainda carece de pesquisas específicas para algumas hortaliças (TUNES *ET AL.*, 2011).

O quiabo vem ganhando destaque no setor agrícola devido à sua alta aceitação no mercado. Seu cultivo apresenta diversas vantagens, como: alta produtividade, economia de recursos, resistência ao calor e baixa exigência tecnológica. Essas características tornam o quiabo uma opção atraente para agricultores, consolidando sua importância no setor. (PAES, ESTEVES, SOUSA, 2012).

Apesar da rentabilidade da produção de quiabo, os agricultores enfrentam desafios significativos. Mesmo sob condições ambientais ideais, como água, luz, temperatura e oxigênio adequados, as sementes de quiabo apresentam taxas de germinação baixas, lentas e irregulares. Além disso, em alguns casos, a germinação não ocorre, resultando em desuniformidade das plântulas no campo. Isso compromete a produtividade e aumenta os custos com sementes, afetando negativamente a rentabilidade da produção. (DIAS *ET AL.*, 1999).

As sementes do quiabo podem não germinar em virtude do fenômeno de dormência tegumentar (BRASIL, 2009). O tegumento impermeável à água é responsável pela dormência das sementes. Para superar essa barreira, são utilizadas técnicas de escarificação mecânica ou química. Tratamentos pré-germinativos com compostos químicos, bases ou ácidos, como o ácido sulfúrico, criam fissuras no tegumento, permitindo benefícios como a entrada de água, quebra da dormência, estimulação da germinação. Essas técnicas melhoram a eficiência da germinação, garantindo plântulas saudáveis e uniformes (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



O rendimento das sementes de quiabo em relação as vagens como um todo foi de 12,62%. Na Tabela 1, estão apresentados os resultados médios e desvio padrão das propriedades físicas das sementes de quiabo nos seus diferentes tempos de secagem 0 min (*in natura*), 80, 100, 120 e 190 minutos.

Tabela 1 – Propriedades físicas das sementes de quiabos submetidas a diferentes tempos de secagem na temperatura de 60 °C.

Propriedades físicas	Tempos (min)				
	0	80	100	120	190
Teor de água ¹ (%)	88,15a ± 0,11	67,73b ± 0,69	51,39c ± 0,18	31,58d ± 0,74	11,35e ± 0,32
Atividade de água (a _w)	0,986a ± 0,006	0,981a ± 0,006	0,967a ± 0,001	0,963a ± 0,006	0,561b ± 0,019
Massa Unitária (g)	0,07a ± 0,01	0,03b ± 0,01	0,01c ± 0,00	0,01c ± 0,00	0,01c ± 0,00
Massa específica real (g/cm ³)	1,02b ± 0,01	1,24b ± 0,01	1,71ab ± 0,11	2,03a ± 0,38	2,27a ± 0,45
Massa específica aparente (g/cm ³)	0,34d ± 0,00	0,44c ± 0,00	0,46b ± 0,01	0,46b ± 0,00	0,89a ± 0,01
Porosidade (%)	0,83a ± 0,02	0,81a ± 0,02	0,70b ± 0,02	0,55c ± 0,02	0,56c ± 0,00
Volume (cm ³)	0,071a ± 0,001	0,029b ± 0,001	0,006c ± 0,001	0,004c ± 0,001	0,004c ± 0,005
Ângulo de repouso dinâmico (°)	48a ± 1,73	45 ^a ± 1,91	39b ± 1,00	40b ± 1,00	20c ± 0,58
Comprimento (mm)	5,90a ± 0,22	4,31b ± 0,12	3,99b ± 0,04	3,28c ± 0,10	2,69d ± 0,16
Largura (mm)	5,27a ± 0,14	3,87b ± 0,11	3,18c ± 0,17	2,70d ± 0,09	2,10e ± 0,06
Espessura (mm)	4,61a ± 0,19	3,28b ± 0,22	2,39c ± 0,30	1,81cd ± 0,14	1,54d ± 0,22

Nota: Médias seguidas da mesma letra sobrescrita na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ¹base úmida.

A semente de quiabo *in natura* apresentou valores superiores com relação ao teor de água (88,15%), quando comparada com as amostras que foram submetidas ao tratamento térmico. Observa-se também que o teor de água das reduziu a partir do acréscimo do tempo de secagem. Sendo assim, no maior tempo de exposição (190 min) as sementes apresentaram o menor teor de água (11,35%). Foi verificada diferença estatística significativa entre os valores médios do teor de água em diferentes tempos de exposição. Coradi *et al.* (2015) em seus estudos com sementes de girassol, também observaram a redução do teor de água das sementes de 46,64% para 7,03% após 4 horas de secagem na temperatura de 75 °C.

Com relação a atividade de água (a_w) as sementes *in natura* apresentaram valor de 0,986 corroborando o alto teor de água da semente. No entanto, observou-se que, mesmo com redução gradual de cerca de 20% do teor de água para cada tempo de secagem, a atividade de água verificada nas sementes ainda possui alta taxa, sempre com valores superiores a 0,900 nos primeiros 120 minutos de secagem. De acordo com Bejar, Mihoubi e Kechaou (2012), sob estas

condições, o produto possui alto favorecimento para o desenvolvimento de leveduras, bolores, bactérias e organismos patogênicos de forma geral, o que impossibilita o seu armazenamento.

As sementes de quiabo só atingiram o seu equilíbrio higroscópico com 190 min de secagem, que correspondeu ao teor de água igual a 11,35% e atividade de água de 0,561. Para Fellows (2006) apenas as sementes com atividade de água ($a_w < 0,6$) lhe asseguram estabilidade microbiológica durante o seu armazenamento. Para este mesmo parâmetro apenas as sementes com 190 min de secagem apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) em comparação aos tempos de exposições anteriores.

Nota-se na Tabela 1, que a massa unitária apresentou uma tendência de redução com o decorrer do tempo de secagem variando de 0,07 a 0,01g, comportamento justificado uma vez que o processo de secagem promoveu o decréscimo do teor de água das sementes. No entanto, as sementes que foram submetidas a 100, 120 e 190 min não apresentaram diferenças estatísticas significativas ao teste de Tukey para o nível de 5% de probabilidade. Silva *et al.* (2019a) ao determinarem as propriedades físicas de grãos de lentilha obtiveram valor de 0,07g para os grãos *in natura*.

Para a massa específica real e aparente, verifica-se que ocorreu uma tendência de aumento dessas propriedades à medida que água foi removida da semente, ou seja, a medida que se teve aumento no tempo de secagem. Comportamento semelhante foi observado por Sharanagat e Goswami (2014) ao analisarem as sementes de coentro (*Coriandrum sativum*) e por Jesus *et al.* (2013) ao analisarem sementes de feijão. Esse comportamento pode ser explicado pela menor densidade da água quando relacionado aos demais componentes da semente (BAJAY ET AL., 2011). Observa-se ainda que os valores médios da massa específica real são superiores aos valores médios da massa específica aparente, o que, segundo Moscon (2015), pode ser justificado pelo fato de que a massa específica real, representa apenas o volume da massa de sementes, eliminando os poros e espaços vazios.

A massa específica aparente das sementes de quiabo detiveram valor médio de 0,34 g/cm³ para o teor de água de 88% e 0,89 g/cm³ para as sementes expostas a 190 minutos de secagem. Valores semelhantes foram encontrados por Moscon (2015) ao analisar sementes de amaranto que variaram de 0,64 a 0,80 g/cm³, para os teores de água de 64,78 a 11,65%, respectivamente. As massas específicas real e aparente apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) significativas quando se comparou a as sementes *in natura* e as submetidas a 190 min de secagem.

Quanto a porosidade, verifica-se que no início do processo de secagem as sementes de quiabo apresentaram valor médio de 0,83% e com a redução do teor de água a porosidade reduziu atingindo valor médio de 0,56%. Mesmo comportamento foi constatado por Di Lanaro *et al.* (2011) para grãos de feijão fradinho, Araújo *et al.* (2014) para grãos de amendoim. Durante o processo de secagem observou-se a contração volumétrica dos grãos o que pode proporcionar a redução dos espaços vazios e consequentemente da porosidade das sementes de quiabo.

Observa-se que o volume das sementes de quiabo sofreu um decréscimo com a redução do teor de água. Mesmo comportamento foi descrito por Siqueira *et al.* (2012) com frutos de pinhão-manso. Os valores médios do volume da semente de quiabo variaram 0,071 a 0,004 cm³, sendo estes inferiores aos valores reportados por Guedes *et al.* (2011) com grãos de soja, os quais variaram de 0,162 a 0,182 cm³ para teores de água variando de 9,87 a 19,76% (b.u.), respectivamente.

Com relação ao ângulo de repouso dinâmico, propriedade que descreve o ângulo necessário para iniciar o movimento de escoamento das sementes, verifica-se a tendência de diminuição de 48° para 20° do mesmo com a redução do teor de água e aumento do tempo de secagem. Segundo Aviara, Power e Abbas (2013) a obtenção dos menores valores do ângulo de

repouso com o decréscimo do teor de água é uma tendência observada em grande parte dos produtos agrícolas. Pozitano e Rocha (2011) identificaram ângulo de 10° para sementes não escarificadas de *Senna macranthera* (fedegoso) com grau de umidade igual a 8,7%, sendo este valor médio inferior ao reportado para as sementes de quiabo com umidade de aproximadamente 11%. Para sementes de acerola, Araújo *et al.* (2014) identificou valor médio de $50,5^\circ$, sendo tal valor levemente superior ao ângulo de repouso dinâmico das sementes de quiabo com 88,15% de teor de água.

O decréscimo do ângulo de repouso com a elevação do tempo de secagem sugere que com o maior tempo de exposição, os sementes diminuem a rugosidade de sua superfície, impondo, assim, uma menor resistência ao deslizamento de uma partícula da massa de produto contra a outra, reduzindo consequentemente o ângulo de repouso das sementes (SILVA ET AL., 2019b). As características de porosidade, volume e ângulo de repouso dinâmico diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) quando se comparou a as sementes *in natura* e as submetidas a 190 min de secagem.

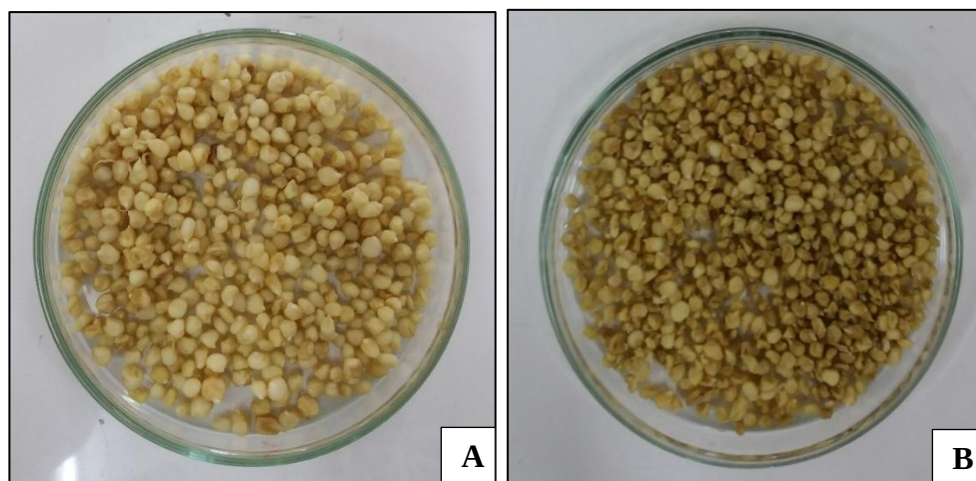
Verifica-se que houve uma tendência de redução nos três eixos ortogonais, sendo esses decréscimos de 54,41, 60,15 e 66,59%, respectivamente, para o comprimento (a), largura (b) e espessura (c) em relação às suas dimensões iniciais com o aumento do tempo de secagem. Todos os parâmetros de dimensões apresentaram diferenças estatística ($p < 0,05$) em suas amostras. Esse comportamento, em que as dimensões reduziram com o decréscimo do teor de água, foi semelhante aos comportamentos encontrados por Bande *et al.* (2012) analisando sementes de melão, Razavi *et al.* (2007) grãos de pistache e Guedes *et al.* (2011) grãos de soja.

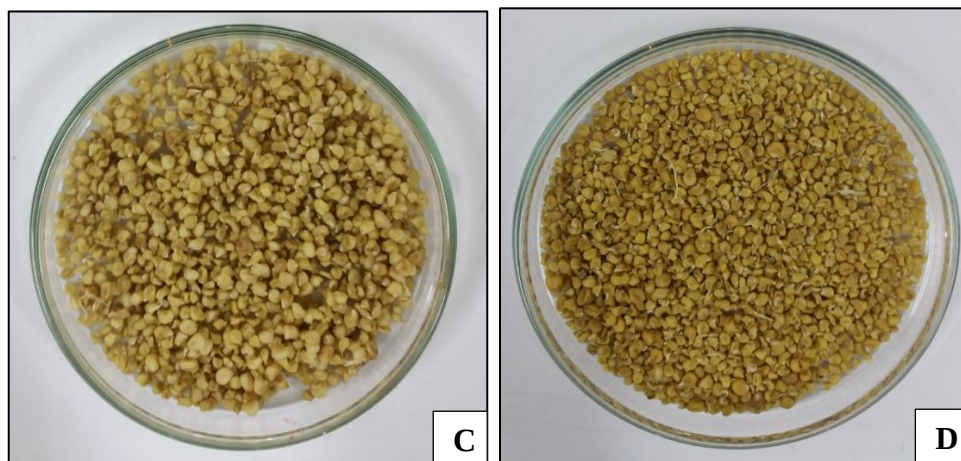
Segundo Silveira *et al.* (2019) e Araújo *et al.* (2014) como a maioria dos produtos agrícolas, as sementes apresentam um encolhimento ligeiramente desuniforme em suas dimensões características durante o processo de secagem, apresentando maior e mais significativa diferença nas dimensões mutuamente perpendiculares entre as sementes após a redução do teor de água.

Nesse contexto pode-se notar que as sementes de quiabo, contraem-se irregularmente nas diferentes direções, com a secagem conforme como a maioria dos produtos biológicos tal como observado por Jesus *et al.* (2013) para sementes de feijão.

Na Figura 4, pode-se visualizar as sementes de quiabo após os diferentes tempos de secagem (80, 100, 120 e 190 min) na temperatura de 60°C .

Figura 4 – Sementes de quiabos após os diferentes tempos de secagem (80, 100, 120 e 190 min) na temperatura de 60°C .





Nota: A: 80 min; B: 100 min; C: 120 min e D: 190 min.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A extração das sementes de quiabo apresentou um percentual de 12,62% de rendimento. O aumento do tempo de secagem das sementes de quiabo, promoveu uma redução das propriedades físicas, tais quais, teor de água, atividade de água, massa unitária, volume, porosidade, ângulo de repouso dinâmico, comprimento, largura e espessura. Ainda, proporcionou o aumento da massa específica aparente e real. As sementes de quiabo após 190 min de secagem apresentaram teor de água de 11,35% e atividade de água menor que 0,6 condições estas que garantem estabilidade microbiológica no seu armazenamento, com oportunidade de aplicação tecnológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELAKUN, O. E.; ADE-OMOWAYE, B. I. O.; ADEYEMI, I. A.; VAN DE VENTER, M. Mineral composition and the functional attributes of Nigerian okra seed (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) flour. **Food Research International**, v. 47, n. 2, p. 348– 352, 2012.
- ALMEIDA, F. de A. C.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M. **Tecnologia de Armazenagem em Sementes**. 1. ed. Campina Grande: Marconi, 2006. v. 1. 382p.
- ARAÚJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, C. 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, p. 279- 286, 2014.
- AVIARA, N. A.; POWER, P. P.; ABBAS, T. Moisture dependent physical properties of Moringa oleifera seed relevant in bulk handling and mechanical processing. **Industrial Crops and Products**, v. 42, p. 4296-104, 2013.
- BAEGHBALI, V.; NGADI, M.; NIAKOUSARI, M. Effects of ultrasound and infrared assisted conductive hydro-drying, freeze-drying and oven drying on physicochemical properties of okra slices. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.102313, 2020.
- BAJAY, L. B.; DI LANARO, N.; 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.



- BANDE, Y. M.; ADAM, N. M.; AZNI, Y.; JAMAREI, O. Moisture-dependent physical and compression of bitter melon (*Citrullus colocynthis lanatus*) seeds. **International Journal of Agricultural Research**, v.7, p.243-254, 2012.
- BAZÁN, U. R. A. **Avaliação de germoplasmas de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) quanto à resistência ao Oídio (*Erysiphe cichoracearum*)**. Tese doutorado, UNESP, p.59, 2006.
- BEJAR, A. K., MIHOUBI, N. B., & KECHAOU, N. Moisture sorption isotherms: Experimental and mathematical investigations of orange (*Citrus sinensis*) peel and leaves. **Food Chemistry**, v. 132, p. 1728-1735, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398 p.
- CORADI, P. C.; HELMICH, J. C.; FERNANDES, C. H. P.; PERALTA, C. C. Drying kinetics, mathematical modeling and volumetric shrinkage of sunflower seeds (*Helianthus Annuus* L.). **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 3, p. 319-330, 2015.
- DIAS, D.C.F.S.; PAIXÃO, G.P.; SEDYAMA, M.A.N.; CECON, P.R. Pré-condicionamento de sementes de quiabo: efeitos na qualidade fisiológica e no potencial de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 2, p. 224-231, 1999.
- DI LANARO, N.; 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.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 119, p. 126-129.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- FINGER, F. L.; DELLA, M. E. J.; CASALI, V. W. D.; PUIATTI, M. Temperature and modified atmosphere affect the quality of okra. **Scientia Agricola** v. 65, n. 1, p. 360-364, 2008.
- GRASSELLI, Y.; HERRMANN, H. J. On the angles of dry granular heaps. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 246, n. 3-4, p. 301-312, 1997.
- 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**, v. 13, p. 279-294, 2011.
- GUSTAFSON, R. J.; HALL, G. E. Density and porosity changes of shelled corn during drying. **Transactions of the ASAE**, v. 15, n. 1, p. 523-525, 1972.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 2008.
- JARRET, R. L.; WANG, M. L; LEVY, I. J. Seed oil and fatty acid content in okra (*Abelmoschus esculentus*) and related species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 8, p. 4019-4024, 2011.



JESUS; F. F.; SOUZA, R. T. G.; TEIXEIRA, G. C. S.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A. Propriedades físicas de sementes de feijão em função de teores de água. **Engenharia na Agricultura**, v. 21, p. 9-18, 2013.

KIBAR, H. Physical and mechanical properties of soybean. **International Agrophysics**, v. 22, p. 239- 244, 2008.

MELO, K. D. S.; BEZERRA, M. S. T.; FERNANDES, T. K. S.; BRAGA, M. E. D. Determinação das propriedades físicas da semente de mamona. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.22, p.54-58, 2007.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach science publishers Inc., 1986. 734p.

MOSCON, E. S. **Cinética de secagem e propriedades físicas de quinoa e amaranto e qualidade de sementes de quinoa**. 72p. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Brasília, Brasília-DF. 2015.

MOTA, W. F.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. 2000. **Olericultura: melhoramento genético do quiabeiro**. Viçosa: UFV. 144p.

MOTA, W. F.; FINGER, F. L.; CECON, P. R.; SILVA, D. J. H.; CORRÊA, P. C.; FIRME, L. P.; MIZOBUTSI, G. P. Conservação e qualidade pós-colheita de quiabo sob diferentes temperaturas e formas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 12-18, 2010.

PAES, H. M. F.; ESTEVES, B. S.; SOUSA, E. F. Determinação da demanda hídrica do quiabeiro em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 256-261, 2012.

POZITANO, M.; ROCHA, S. C. S. Caracterização física e germinação de sementes de *Senna macranthera*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, p. 777-784, 2011.

PURQUERIO, L. F.; LAGO, A. A.; PASSOS, F. A. Germination and hardseedness of seeds in okra elite lines. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 232-235, abr-jun, 2010.

RAZAVI, S. M. A.; EMADZADEH, B.; RAFE, A.; AMINI, A. M. The physical properties of pistachio nut and kernel as a function of moisture content and variety: Part I. Geometrical properties. **Journal of Food Engineering**, v.81, p. 209-217, 2007.

SANTOS, I. F. dos; SANTOS, A. M. P.; BARBOSA, U. A.; LIMA, J. S.; SANTOS, D. C. dos; MATOS, G. D. Multivariate analysis of the mineral content of raw and cooked okra (*Abelmoschus esculentus* L.). **Microchemical Journal**, n. 110, p. 439–443, 2013.

SHARANAGAT, V. S.; GOSWAMI, T. K. Effect of moisture content on physio-mechanical properties of coriander seeds (*Coriandrum sativum*). **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v. 16, p. 166-172, 2014.

SILVA, R. N. G.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1179-1184, 2005.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, p. 71-78, 2009.

SILVA, D. D. A.; VESPUCCI, I. L.; DEVILLA, I. A. Modelagem Matemática Das Curvas De Secagem De Sementes De Maracujá 'Brs' Pérola Do Cerrado'. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 2, p. 99-107, 2018.



SILVA, S. N.; PEREIRA FILHO, M. D.; GUEDES, M. H. S.; SOUSA, M. T. L.; GOMES, J. P.; SANTOS, N. C.; ALMEIDA, R. L. J.; WANDERLEY, R. S. O.; BARROS, S. L.; SILVA, V. M. A. Determination of the Physical Properties of Grains of *Lens culinaris* L. **Journal of Scientific and Engineering Research**, v. 6, n. 4, p. 36-40, 2019a.

SILVA, S. N.; BARROSO, A. J. R.; MATOS, J. D. P.; SILVA, P. B.; GOMES, J. P. Propriedades físicas de feijão verde em função de diferentes temperaturas de secagem. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, v. 3, p. 11-17, 2019b.

SILVEIRA, D. C.; LEITE, A. C. N.; SANTOS, N. C.; GOMES, J. P. Características físicas de grãos de feijão-fava rajada, *Phaseolus lunatus* L. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 4, p. 518-523, 2019.

SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H.; SOARES, F. A. L. Forma e tamanho dos frutos de pinhão-mansão durante a secagem em cinco condições de ar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 864-870, 2012.

SOUZA, I, M. **Produção do quiabeiro em função dos diferentes tipos de adubação**. Dissertação (Mestrado em Ecossistema), 2012. 66f. Universidade Federal de Sergipe, 2012.

TUNES, L.M. *et al.* Envelhecimento acelerado modificado para sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) e sua correlação com outros testes de vigor. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n.1, p. 12-17, 2011.