

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**CINÉTICA DE SECAGEM E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E
QUÍMICA DOS GRÃOS DE SOJA**

SAMUEL VIANA FERREIRA

Rio Verde, GO

2022

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**CINÉTICA DE SECAGEM E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E
QUÍMICA DOS GRÃOS DE SOJA**

SAMUEL VIANA FERREIRA

Trabalho de Curso apresentado ao
Instituto Federal Goiano – Campus Rio
Verde, como requisito parcial para
obtenção do Grau de Bacharel em
Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Resende

Rio Verde – GO
Abril, 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

FERREIRA, SAMUEL

F SA193 Cinética de secagem e
caracterização física e química dos grãos de soja /
SAMUEL FERREIRA;

orientador Osvaldo Resende; co-orientadora
Diene Gonçalves Souza. -- Rio Verde, 2022.

33 p.

TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos) -- Instituto
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Samuel Viana Ferreira

Matrícula: 201610220034012

Título do Trabalho: Cinética de secagem e caracterização física e química dos grãos de soja

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 20/04/2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

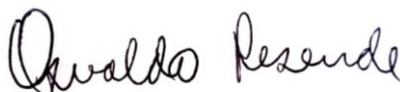
- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 20/04/2022

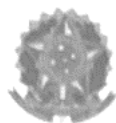


Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documento 377790

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

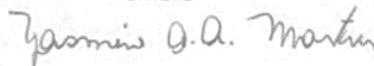
Aos doze dias do mês de abril de 2022, às 08 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Osvaldo Resende (Professor do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde), Juliana Aparecida Celia (doutoranda Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde), Yasmine Ariadne Andrade Martins (Mestre Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde) para examinar o Trabalho de Curso intitulado "Cinética de secagem e caracterização física e química dos grãos de soja" do(a) estudante Samuel Viana Ferreira, Matrícula nº 2016102200340412 do Curso de Engenharia de Alimentos do IF Goiano - Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.


Osvaldo Resende

Orientador(a)


Juliana Aparecida Celia

Membro



Yasmine Ariadne Andrade Martins

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Dedico este trabalho à Deus!

Deem graças ao Senhor, porque ele é bom.

O seu amor dura para sempre!

Salmos 136:1

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me sustentar e guiar até aqui, pois em toda minha vida vejo e vivo o seu zelo paterno e amor sobre mim.

Aos meus pais que nunca mediram esforços para me ensinar o melhor caminho e formação de caráter em Deus. Aquela em que tenho o prazer e privilégio de dizer mãe que sempre fez de tudo para me ensinar, criar e amar, com tantas lutas diárias nunca deixou de priorizar aquilo que ela chama de “meus tesouros”, obrigado mãe por tanto! E ao meu grande pai, só tenho a agradecer por me ensinar, guiar e me ajudar e tornar um homem, dizendo as verdades quando necessário, mais também me acolhendo com tanta necessidade, minha eterna gratidão e amor a vocês!

Não são pais, mais por muitas vezes agiram como se fossem, Ti Mauro e Paula vocês fazem da maior parte da minha trajetória, me ensinando e me acolhendo.

Ao meu irmão Elias que brigávamos muito quando crianças, mais depois de grande reconhecimento que além de irmão é meu melhor amigo, companheiro e fofoqueiro. João apareceu como anexo, mais se tornou parte de mim, obrigado por tudo aos meus irmãos.

Familiares que sempre estiveram comigo e me acompanharam, obrigado por serem tão especiais para mim. Um especial aos meus avôs Bento e Osvaldo (em memória) que me ensinaram que mesmo a doença nunca os deixaram de serem fortes e corajosos, e ao meu lindo afilhado Biel.

Enorme gratidão aos meus amigos de vida, que tenho orgulho de dizer que por diversas vezes vocês tornam real aquilo que está em Proverbios 17:17. Amo vocês Dudu, Raquel, Rhayssa, Paulo Victor, Sarah Quibe e Amanda. Em especial minha amiga/irmã/parceira/psicóloga Cristina, sou muito grato a nossa amizade e parceria, pois partilhamos tantos momentos juntos, desde bolachas na escola a chamados na igreja, obrigado por ser tão importante em minha vida.

A família Fonte da Vida que me faz cada dia mais feliz em Cristo, especialmente aos meus pastores Pr Pedro e Priscila, discipuladores Rafael e Juraci, discípulos que tanto amo Vitor, Gabriel e Rosa, a família Dokmos que me faz tão completo!

Na faculdade passamos por tantas coisas que sozinhos não conseguimos, por isso meu profundo agradecimento a vocês Jessica, Juliana, Nathalia, Jhon, Marcus, Edna, Larissa, Diene, Nayane, Yasmine, João Antonio, Giovana, Ana Claudia, Thayanara, Diego, Bianca e Thaynara. Em especial 3 grandes mulheres: Lorrane que se tornou não apenas amiga de faculdade, mais parceira de vida, famílias, chamados, confidências e momentos de qualidade. Isabelly que já não é mais parceira

de estagio e sala de aula mais sim de fofocas e perrengues haha o que fortalece e faz de nossa amizade algo tão especial. E Mayres a primeira em conversar na sala, mesmo sem ela querer, porém, hoje está presente em quase todos momentos em minha vida, obrigado por ser tão especial e cuidar de mim. Obrigado a todos vocês que me ajudaram a chegar até aqui e que carregarei por toda vida.

Agradecimento aos orientadores e professores que durante a graduação, pois se esforçam diariamente para nos tornar profissionais e pessoas de sucesso. Ao Prof. Dr. Osvaldo Resende, que mesmo sem me conhecer direito me ofereceu bolsa em tempos de necessidades e me ensinou tanto, em áreas acadêmicas, profissionais e pessoais, pois é um homem em que se tornou referencial para mim, obrigado por tudo professor.

Meus sinceros agradecimentos a todos que fazem parte da minha vida.

RESUMO

Ferreira, Samuel Viana. **Cinética de secagem e caracterização física e química dos grãos de soja.** 2022. 29 p. Monografia - Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, 2022.

A soja é uma oleaginosa reconhecida por apresentar altos teores proteicos e lipídicos, sendo regularmente submetida ao processo de secagem para aumento da vida útil e conservação de suas propriedades. Objetivando-se a avaliação da cinética do grão em 5 diferentes temperaturas (40, 55, 70, 85 e 100 °C) junto a análises físicas (porosidade intergranular, volume, esfericidade, circularidade, massa específica unitária e aparente) e composição proximal (lipídios, proteínas, cinzas e teor de água) dos grãos secos com teor de água de final de 13% base seca (b.s.), e amostra controle com teor de água inicial de 20% base úmida (b.u.). O tempo de secagem para cada tratamento foi de 32,5; 31,0; 22,0; 19,5 e 18,0 horas para as respectivas temperaturas de 40, 55, 70, 85 e 100 °C. Ambas análises físicas evidenciaram diferenças significativas nos tratamentos, visto que os grãos não passaram por um processo de seleção de uniformidade física da soja, resultando um coeficiente de variação de 29% do parâmetro volume. Houve um declínio na porosidade, massas específicas e teor de proteína de acordo com o aumento da temperatura de secagem. E nas análises proximais a temperatura de 85 °C apresentou uma boa performance, pois mesmo com a diferença significativa entre os tratamentos seus valores de lipídicos, proteínas e cinza apresentaram teores superiores. Conclui-se que o menor tempo de cinética e a maiores valores proximais são satisfatórios para o processamento industrial da soja, evidenciando-se a temperatura de 85 °C que se destacou nestes parâmetros.

Palavras-chave: Análises proximais, diferentes temperaturas, indústria, teor de água.

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

a.C	Antes de Cristo
ANOVA	Análise de variância
AOAC	Associao de Químicos Analíticos Oficiais
BRASIL	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
BRS	Cultivar de soja da Embrapa
IAL	Instituto Adolfo Lutz
P.A.	Para Análise (reagentes de alto grau de pureza)
RAS	Regras de Análise de Sementes
74I77RSF IPRO	Cultivar de soja

LISTA DE SÍMBOLOS

Cm	Centímetros
C*	Chroma
°C	Graus Celsius
Hº	Hue
L*	Luminosidade
+	Mais
±	Mais ou menos
Mi	Massa inicial
Mf	Massa final
<	Menor
-	Menos
mL	Mililitros
M	Molaridade
X	Multiplicação
%b.s.	Percentual de base seca
%b.u.	Percentual de base úmida
%	Porcentagem
p<0,05	Probabilidade menor que 0,05
Rx	Razão de umidade
g.100g ⁻¹	Relação grama por 100 grama
U	Teor de água da amostra
Eu	Teor de água de equilíbrio da amostra
Ui	Teor de água inicial da amostra

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo para obter razão de teor de água dos grãos de soja	166
Equação 2 - Cálculo para obter o teor de água dos grãos de soja.....	177
Equação 3 - Cálculo de determinação dos volumes dos grãos	197
Equação 4 - Cálculo de determinação de circularidade dos grãos.....	208
Equação 5 - Cálculo de determinação da esferidade dos grãos	18
Equação 6 - Cálculo para massa específica unitária	18
Equação 7 - Cálculo para obter o teor de lipídico dos grãos de soja.	19
Equação 8 - Cálculo para Nifetx.....	20
Equação 9 - Cálculo para obter os valores de saturação ou chroma (C*).....	21
Equação 10 - Cálculo para obter os valores de tonalidade ou ângulo hue (°).....	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Armazenamento dos grãos após secagem.....	16
Figura 2 - Eixos ortogonais dos grãos.....	17
Figura 3 – Cinética de secagem dos grãos de soja	21

LISTA DE TABEL

Tabela 1 - Valores médios das análises físicas do grão de soja submetido a secagem em diferentes temperaturas.....	24
Tabela 2 - Valores médios da composição proximal (g.100.g ⁻¹) do grão de soja submetido a secagem em diferentes temperaturas.	24
Tabela 3 - Valores médios dos aspectos colorimétricos dos grãos de soja.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Soja	12
2.2 Análises físicas	13
2.3 Composição proximal da soja.....	13
2.3 Secagem	14
2.3.1 Cinética de Secagem.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Local e material	15
3.1.2 Preparo da amostra.....	15
3.2 Cinética de secagem.....	15
3.3 Teor de água.....	17
3.4 Análises Físicas	17
3.5 Análises Proximais.....	18
3.6 Análise de Cor.....	20
3.7 Análise Estatística.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÃO.....	26
6 REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Por meio do grande destaque econômico mundial e cultural, os primeiros relatos do uso da soja (*Glycine Max*) datam de 2.838 a.C. na China e com o passar dos séculos se expandiu para o ocidente, se tornando atualmente a oleaginosa mais importante no mundo. Seu uso pelo ocidente ganhou notoriedade apenas no século XX, após diversos melhoramentos genéticos, já que a sua semente originária do sudoeste asiático era própria para clima e solos específicos da região (DEMARCHI, 2011). Esta leguminosa é caracterizada por apresentar em sua composição elevados teores proteicos e lipídicos, o que provoca um grande interesse pelas indústrias no seu uso para diversas finalidades, como o óleo de soja, leite de soja e carne de soja (MARCINKOWSKI, 2006).

Devido fatores como tipo de cultivar, clima, localização e estação de plantio, a composição da soja pode variar, entretanto de um âmbito geral, a composição proximal da soja seca apresenta valores em torno de $40\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ para proteínas, $20\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de lipídios, $35\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de carboidratos e $5\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de fibras (POYSA; WOODROW; YU, 2006).

O consumo da soja pelo homem pode trazer diversos benefícios ao seu organismo, já que ela apresenta alto teor proteico, além de ter em sua composição significativos teores de fibras e minerais, que a deixam, portanto ainda mais interessante para o consumo humano. Os benefícios que o seu consumo acarreta também se entendem aos compostos fenólicos bioativos, pois apresenta isoflavonas em seu conteúdo e o seu consumo, auxilia na redução de doenças cardiovasculares (MANDARINO, 2010).

Para se obter o grão apto para a execução de alguns subprodutos derivados do mesmo, é necessário que a soja passe primeiramente por um processo de secagem, um dos principais métodos de conservação de alimentos e que apresenta um ótimo custo benefício, comparação a outros métodos de conservação, como a utilização de produtos químicos. Toda via a utilização deste processo também se deve ao fato de o mesmo retirar quase toda a água do grão, deixando-o ideal o armazenamento, diminuindo os riscos de crescimento microbiano. O principal objetivo da secagem, portanto é aumentar a vida de prateleira do produto, por meio da redução de água livre presente no mesmo. A secagem por convecção apresenta vantagens, tais como a redução do espaço físico em que o produto ocuparia, e menor custos de armazenamento (MARCINKOWSKI, 2006).

Sendo assim, objetivou-se a avaliação da cinética do grão em 5 diferentes temperaturas (40, 55, 70, 85 e 100 °C) junto a análises físicas e composição proximal dos grãos secos com teor de água de final de 13% b.s. e amostra controle com teor de água inicial de 20% b.u.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Soja

Tendo origem no continente asiático, mais precisamente no nordeste da China, a soja nem sempre teve a importância econômica no ocidente que apresenta nos dias atuais. Inicialmente o seu cultivo no ocidente teve origem na Europa, entretanto, seu uso era limitado a planta forrageira, jardinagem e diferentes outras funcionalidades da qual era usual na China, já que havia uma grande resistência pela população europeia em consumir a soja (BERTRAND; LAURENT; LECLERCQ, 1987). Por ser de origem chinesa, as características geográficas do local influenciaram em dificuldades de adaptação da planta em outros locais com exceção do norte da China. Os dados geográficos como clima, solo e altitude correspondentes aos encontrados no seu centro de origem, são encontrados no continente americano apenas ao sul na Patagônia e nos Estados Unidos (GAZZONI, 2018).

O cultivo da soja nas américas teve início nos Estados Unidos no século XVIII por volta de 1765, em locais que se assemelhavam ao mesmo clima e solo de origem, entretanto aos poucos o seu cultivo foi se intensificando por todo o país, sendo necessário a busca por melhorias nos cultivares desta planta, conseqüentemente o investimento em pesquisas para que estes aperfeiçoamentos ocorressem, foram necessários, surgindo assim um cultivar de soja mais resistente a doenças e mais produtivo (SILVA et al., 2018).

No Brasil, os primeiros registros de cultivo de soja datam do final do século XIX na Bahia, porém, apenas por volta dos anos de 1920 e 1940 que o seu cultivo passou a dar resultados no país, tendo a região sul como pioneira no plantio (GAZZONI, 2018). A soja começou a ser disseminada no país pelas regiões sul e sudeste, tendo como principal foco inicialmente o estado do Rio Grande do Sul por apresentar um clima semelhante ao dos Estados Unidos, local proveniente dos primeiros grãos de soja utilizados no país (BERTRAND; LAURENT; LECLERCQ, 1987). Entretanto, na década de 1970 com a Revolução Verde, na Agricultura teve-se a necessidade de expandir as áreas de cultivo e melhorar geneticamente esta leguminosa, sendo assim possível a adaptação deste cultivo na região Centro-Oeste (ANDRADE; ANDRADE, 2003). Classificada como a cultura mais cultivada no mundo, está oleaginosa é reconhecida por apresentar altos teores proteicos e lipídicos largamente utilizados na indústria de alimentos, além da própria ser utilizada na alimentação, fazendo deste cultivo um importante fator na movimentação da economia brasileira (ZOCCA; FANCELLI, 2013).

2.2 Análises físicas

As propriedades físicas dos grãos são fatores de suma importância para aplicação destas matérias-primas em processos produtivos, pois são relevantes na otimização dos processos de dimensionamentos dos equipamentos durante as operações. Além que os elevados níveis de massa específica do grão favorecem na qualidade do produto na comercialização (LOPES, 2019).

Avaliar as propriedades físicas permitem analisar as condições de secagem, aquecimentos e resfriamentos dos grãos, além das avaliações qualitativas de suas características visuais (BOTELHO et al., 2019). Goneli et al. (2011) descreve que os fatores de volume, porosidade intergranular, massa específica e aparente são essenciais na aplicação de transferência de calor e massa dos grãos, pois a movimentação do ar e influências de temperaturas alteram as operações unitárias dos processos produtivos, como armazenamento.

2.3 Composição proximal da soja

As composições proximais dos grãos de soja podem variar de acordo com o cultivar e demais fatores, entretanto para se ter uma referência numérica quanto aos teores, Alves et al. (2011) em seus estudos sobre o grão de soja BRS 232 encontrou valores de 40, 20, 30, 5 e 5g.100g⁻¹ respectivamente para proteínas, lipídios, carboidratos, teor de água e cinzas.

Os grãos de soja são reconhecidos por apresentarem um alto teor de proteínas, como é possível notar em sua composição proximal exposta na literatura e estas são divididas em relação a solubilidade, sendo as albuminas solúveis e as globulinas insolúveis, a última é predominante na soja (LIU, 2016). Além disso as proteínas da soja são abundantes em aminoácidos essenciais e nutricionalmente a proteína da soja pode substituir a proteína da carne (DIAS et al., 2019).

Na fração de cinzas contidas dentro do grão de soja seco, encontra-se em média de 4 a 6g.100g⁻¹ de seu conteúdo proximal, sendo que dentre os macros e micronutrientes encontrados, estão: manganês, selênio, ferro, zinco, cálcio, enxofre e flúor (ALVES et al., 2011).

Os grãos de soja também são altamente conhecidos por causa de seu teor lipídico que origina o óleo vegetal e demais subprodutos. O conteúdo lipídico do grão de soja é composto por ácidos graxos insaturados e saturados, sendo que dentre estes se destacam os ácidos linoleicos e linolênicos, pertencentes ao grupo dos insaturados (PENALVO et al., 2004).

2.3 Secagem

Tendo por objetivo aumentar o tempo de vida útil do produto, a secagem é um dos principais processos pós-colheita, visto que este procedimento possibilita uma armazenagem segura reduzindo a parcela de água livre do produto, a qual é responsável pela deterioração por microrganismos além

de evitar alterações físico-químicas indesejadas, como oxidação e quebra de grãos (BOTELHO et al., 2015, PEREZ; OLIVEIRA; ANDRADE; MOREIRA FILHO, 2013).

A conservação de produtos por secagem é um dos métodos de conservação mais antigos usados pela humanidade, e consiste na retirada da água ou outro tipo de líquido contido no objeto de estudo sólido. A retirada da água/líquido contido no alimento ocorre por meio do ar quente do equipamento, que transfere calor para o alimento provocando desta forma a vaporização do líquido e desidratando o mesmo. Alguns fatores podem influenciar na secagem do produto, tais como a umidade relativa e a temperatura (CELESTINO, 2010). Como em qualquer procedimento com a aplicação de calor, na secagem também há a perda de nutrientes do produto, entretanto, as vantagens presentes na aplicação do processo o tornam acessível e compensativo, como na extensão da vida de prateleira, diminuição de perdas pós-colheita, transporte e comercialização prática, economia e concentração de alguns nutrientes devido a secagem (SILVA, 2000).

A secagem pode ocorrer por via artificial ou natural, onde o método natural consiste basicamente em deixar o alimento em ambiente exposto a luz solar e com temperaturas em torno de 35°C a 40°C, tendo a umidade reduzida entre 50 e 70% e sendo necessário a verificação constante da massa da amostra, para garantir a qualidade do processo (OETTERER, 2006). Já o método artificial se resume em utilizar equipamentos próprios para a retirada de água do produto, tendo o controle de temperatura e dos fatores extrínsecos ao equipamento, sendo necessário um controle da massa da amostra e a transferência de calor pode ocorrer por convecção, condução ou radiação (CELESTINO, 2010).

2.3.1 Cinética de Secagem

O principal objetivo do estudo da cinética de secagem dos alimentos consiste em avaliar a perda de água nos alimentos, visando desenvolver melhorias no processo de secagem, potencializando a qualidade final dos diversos produtos que passam por este processo (MARCINKOWSKI, 2006).

De acordo com Lanaro et al. (2011) os conhecimentos dos processos de secagem são de interesse para área agrícola, já que o controle deste, ajuda a acompanhar as mudanças que ocorrem com os grãos durante este processo, como a redução do seu volume, a perda de água e mudanças do formato do grão. O teor de água é outro fator que atrelado aos anteriormente citados, também é de grande relevância para a garantia de uma boa secagem, pois este teor influencia em diversas características de qualidade dos produtos agrícolas (LANARO et al, 2011).

Conforme relata Geankoplis (1986) para a realização de uma cinética de secagem a amostra escolhida deve ser acomodada em bandejas cobrindo toda a base da mesma, desta forma toda amostra disposta no recipiente será exposta ao fluxo de calor dentro do equipamento. Finalizada esta primeira etapa, com as amostras distribuídas nas bandejas, inicia-se o monitoramento da perda de massa das mesmas em intervalos de tempo pré-estabelecidos, sendo feito a utilização de balanças analíticas ou semi-analítica, até que ocorra a estabilização da massa do objeto de estudo (GEANKOPLIS, 1986).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e material

As amostras de grãos de soja do tipo 74I77RSF IPRO foram obtidas por meio de um produtor rural localizado na cidade de Rio Verde – Goiás, no mês de janeiro de 2021, as análises foram desenvolvidas no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde.

3.1.2 Preparo da amostra

Após o recebimento as amostras passaram por um processo de pré-seleção e limpeza dos grãos, a qual consistiu em separar as impurezas contidas na soja através de uma circulação de ar forçada, com o auxílio de um ventilador de mesa. Finalizada esta etapa, foram descartados os grãos verdes e não conformes, ou seja, com alguma rachadura ou injúria.

Em um primeiro momento foi realizada a quebra dos grãos de soja, determinando o teor de água inicial através do método direto (descrito no tópico 3.3) com o valor médio de $20,52 \pm 0,09$ g.100.g⁻¹.

3.2 Cinética de secagem

Os grãos de soja foram colocados em 4 bandejas para que fosse realizado o procedimento de secagem em estufa com circulação de ar forçado de modelo Ethik Technology / 400-4ND com 5 temperaturas diferentes, sendo 40, 55, 70, 85 e 100 °C. Com uso de data logger foi registrada a temperatura ambiente com média de 24,9 °C durante o processo de secagem e a umidade relativa (UR) média de 75,50%

Portanto, para a secagem fez-se a divisão de quatro porções de 300 g, em bandejas de metal sem perfurações (30 cm de comprimento x 24 cm de largura x 4 cm de profundidade) em uma camada de massa de 2,0 cm de espessura. No início do processo o recipiente foi pesado a cada 15 minutos

durante a primeira hora de secagem, após este tempo a mensuração passou a ser realizada a cada 30 minutos, até o teor de água de 13% b.s., recomendado para armazenamento, comercialização e processamento seguro dos grãos. No final de cada pesagem, próximo a estabilização da secagem, houve o acompanhamento do teor de água por meio do método indireto, utilizando medidor Motomco Model 919 para conferência rápida.

Realizado o processo de secagem das amostras, obteve-se os valores de equilíbrio de massa seca e a curva de secagem para as temperaturas de 40, 55, 70, 85 e 100 °C. Os resultados de teor de água em base úmida foram convertidos para a razão Rx a qual se refere a razão de teor de água (adimensional). O cálculo foi realizado por meio da Equação 1.

$$Rx = \frac{(X - Xe)}{(Xi - Xe)}$$

Equação 1 - Cálculo para obter razão de teor de água dos grãos de soja

Onde:

Rx: razão de teor de água

X: teor de água da amostra

Xe: teor de água de equilíbrio da amostra

Xi: teor de água inicial da amostra

Em seguida as amostras foram armazenadas em sala com temperatura ambiente, dentro de embalagens plásticas de polietileno (Figura 1), para o uso posterior dos grãos nas análises proximais.



Figura 1 - Armazenamento dos grãos após secagem.

3.3 Teor de água

O teor de água dos grãos antes e depois das secagens foi determinado por meio do método direto, seguindo o procedimento definido pelas Regras de Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), o qual consiste na combinação de uma temperatura a $105 \pm 3,0$ °C por 24 horas.

Desta forma, a massa total do grão, foi calculada pela soma dos valores da massa da água e da massa da matéria seca. Tendo estes valores, foi possível calcular o teor de água em base úmida (Equação 2) da soja submetida a 5 temperaturas de secagem.

$$\text{Teor de água b. u. (\%)} = \frac{\text{Massa de água}}{\text{Massa total}} \times 100$$

Equação 2 - Cálculo para obter o teor de água dos grãos de soja.

3.4 Análises Físicas

Análise de forma e tamanho foi determinada através das medições dos eixos ortogonais dos grãos (Figura 2), com o uso de um paquímetro.

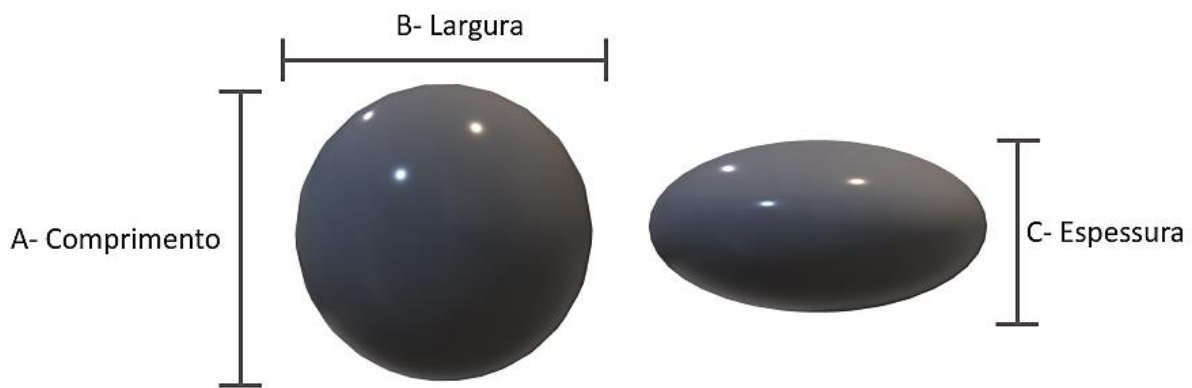


Figura 2 – Eixos ortogonais dos grãos

O volume dos grãos (V_g) é calculado a partir da equação 3:

$$V_g = \frac{\pi * a * b * c}{6}$$

Equação 3 - Cálculo de determinação dos volumes dos grãos.

A circularidade (C) e a esfericidade (E) é dada a partir das seguintes equações 4 e 5, que utilizam as medidas dos eixos ortogonais.

$$C = \frac{b}{a} * 100$$

Equação 4 - Cálculo de determinação de circularidade dos grãos.

$$E = \frac{(a * b * c)^{\frac{1}{3}}}{a} * 100$$

Equação 5 - Cálculo de determinação da esfericidade dos grãos.

Em que a, b, c são os dados obtidos das medições dos eixos ortogonais (BOTELHO, et al. 2019).

O método direto de porosidade intergranular utiliza-se uma proveta de volume conhecido (100 mL) completa com grãos, posteriormente adicionou-se 100 mL de hexano, que em seguida foi colocado para a proveta com os grãos até atingir o nível da superfície. O volume de líquido restante da segunda proveta foi medido e determinou o percentual de porosidade por diferença de volume (COUTO et al.,1999)

A determinação da massa específica aparente foi realizada no método da acomodação natural, onde utilizando um cilindro com volume conhecido de 90mL, houve uma descarga uniforme e constante dos grãos sobre o recipiente, utilizando um funil preso a um suporte metálico, posteriormente a massa de grão presente no cilindro foi pesada uma balança. (BOTELHO et al., 2019).

A massa específica unitária (ρ_u) foi calculada em função da porosidade intergranular e da massa específica aparente conforme a equação 6 (Mohsenin,1986).

$$\rho_u = \frac{\rho_{ap}}{(1 - \varepsilon)}$$

Equação 6 - Cálculo para massa específica unitária

Em que:

ρ_{ap} : massa específica aparente

ρ_u : massa específica unitária

ε : porosidade intergranular

3.5 Análises Proximas

Para as análises proximais, foi realizado o processo de moagem dos grãos com o intuito de melhorar a superfície de contato, os grãos foram moídos em um moinho de facas com mesh de 8, sendo assim possível obter com melhor exatidão os teores de proteína, lipídios e cinzas.

A determinação de lipídios foi feita pelo método de Soxhlet, de acordo com o procedimento oficial da AOAC (2019), no qual consistiu em mensurar 2 gramas de amostra de farinha em um papel filtro, o qual foi fechado e amarrado com fio de lã previamente desengordurado. As amostras foram transferidas para o aparelho de soxhlet, este foi conectado ao balão de fundo chato (previamente secos em estufa a 105 °C) e foram adicionados ao aparelho de soxhlet 450 mL de hexano P.A. O balão foi acondicionado a manta aquecedora e o aparelho foi conectado ao condensador de bolas. O balão foi mantido sob aquecimento por 8 horas. Após a extração o papel de filtro amarrado foi retirado e realizado em seguida a destilação do hexano. O resíduo extraído foi levado à estufa a 105 °C, por cerca de uma hora, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente. As operações de aquecimento

e pesagem foram repetidas de 30 minutos em 30 minutos até obtenção das massas constantes até no tempo máximo de 2 horas. Para o cálculo do percentual de lipídios contidos nos grãos, utilizou-se a seguinte equação (Equação 7).

$$\text{Lipídios (\%)} = \frac{mf}{mi} \times 100$$

Equação 7 - Cálculo para obter o teor de lipídico dos grãos de soja.

Em que:

mf: massa final

mi: massa inicial

Para a determinação de proteínas de acordo com AOAC (2019), foi empregado o método de determinação com base no nitrogênio presente nas amostras, utilizando o processo de digestão de Kjeldahl, o qual é dividido em três etapas em sua execução, a primeira etapa consistiu na digestão a qual compreendeu-se em pesar em balança analítica cerca de 0,250 gramas de amostra e em seguida a mesma foi transferida para o tubo micro-Kjeldahl. Subsequentemente adicionou-se 5 gramas de mistura catalítica e 20 mL de ácido sulfúrico, após este processo os tubos contendo as amostras foram levados em um bloco digestor a 50 °C por 1 hora, depois deste tempo a temperatura foi aumentada gradativamente até atingir 400 °C e em seguida foi observado o líquido até o mesmo se tornar transparente e límpido com a tonalidade azul-esverdeada. Após esse procedimento se iniciou a segunda etapa da análise, chamada de destilação, ela ocorre depois que o tubo foi retirado do bloco digestor e esfriado. Para a realização desta etapa acoplou-se ao destilador de Kjeldahl o tubo micro-Kjeldahl e um erlenmeyer contendo 25 mL de solução de ácido bórico 4% com 4 gotas de solução de indicador misto. Ao ser feito este processo o destilador foi ligado adicionando solução de hidróxido de sódio 50% ao tubo até que o mesmo ficasse com a coloração preta e assim iniciasse a destilação, sendo transferido o volume destilado para o erlenmeyer contendo ácido bórico até ser atingido 125 mL de solução. Em seguida iniciasse a terceira etapa da análise, a qual resume-se em titular a solução presente no erlenmeyer com solução padrão de ácido clorídrico 0,1 M até que ocorresse a viragem de cor da solução e desta forma calcular a quantidade de nitrogênio presente na amostra e através disto, calcular a quantidade de proteínas.

As cinzas foram determinadas conforme descreve AOAC (2019) com as mesmas amostras utilizadas na determinação do teor de água. O procedimento foi realizado logo ao fim da análise de teor de água, empregando-se dos cadinhos já com as amostras secas e os transferindo para uma mufla para que as amostras fossem incineradas a 550 °C durante 4 horas, após a incineração esperou-se até

que a temperatura da mufla abaixasse e os cadinhos fossem colocados em um dessecador e em seguida pesou-se a massa dos cadinhos com as amostras incineradas e foram anotados os dados para assim determinar as cinzas das amostras.

Através do método de diferença entre os parâmetros de teor de água, cinzas, proteínas e lipídios, foi possível determinar o teor de carboidratos AOAC (2019), conforme a equação 8 obtendo a fração Nifetx, correspondente ao extrato livre de nitrogênio (nitrogen free extract).

$$Nifetx = 100 - (\% \text{teor de água} * \% \text{cinzas} * \% \text{proteínas} * \% \text{lipídios})$$

Equação 8 - Cálculo para Nifetx (teor de carboidratos)

Em todas as análises realizadas para a composição proximal foi avaliado a amostra controle, que expressa os resultados do grão *in natura*, ou seja, sem passar por processo de secagem.

3.6 Análise de Cor

Na determinação ópticas foi utilizado o grão íntegro da soja, para que fosse mantido o padrão de cor da soja. Foi empregado o espectrofotômetro de bancada (Hunter Associates Laboratory, Colorflex EZ, Reston, EUA), determinando-se os valores os valores de L* ou luminosidade (preto 0/branco 100) e as coordenadas de cromaticidade: a* (verde (-); vermelho (+)) e b* (azul (-); amarelo (+)), seguindo o sistema de cor no espaço L* a* b* ou CIELab como foi definido pela Comissão Internacional de Iluminação no ano de 1976 (KONICA MINOLTA, 2007). Para a análise de cor separou-se aleatoriamente quadriplicatas de cada temperatura de cinética de secagem, contendo 9 repetições. Com os valores de a* e b*, calculou-se os valores de saturação ou chroma (C*) e a tonalidade ou ângulo hue (°), respectivamente representados pelas equações 4 e 5, referidos como sistema de cor CIELCh, de acordo com Konica Minolta (2007).

$$C^* = \left[(a^{*2} + b^{*2})^{\frac{1}{2}} \right]$$

Equação 9 - Cálculo para obter os valores de saturação ou chroma (C*) dos grãos de soja.

$$H^{\circ} = \left[\arctang \left(\frac{b}{a} \right) \right]$$

Equação 10 - Cálculo para obter os valores de tonalidade ou ângulo hue (°) dos grãos de soja.

3.7 Análise Estatística

Para adequação dos gráficos da cinética, os resultados obtidos foram aplicados ao software SigmaPlot.

A análise estatística foi aplicada com uma amostragem de 6 tratamentos (diferentes temperaturas de secagem e amostra controle) em três repetições, os dados coletados durante a pesquisa foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey por meio do pacote estatístico SISVAR 5.6 adotando o nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme citado na seção 3.2 foram executados 5 experimentos de cinética secagem dos grãos de soja conforme apresentado na Figura 3.

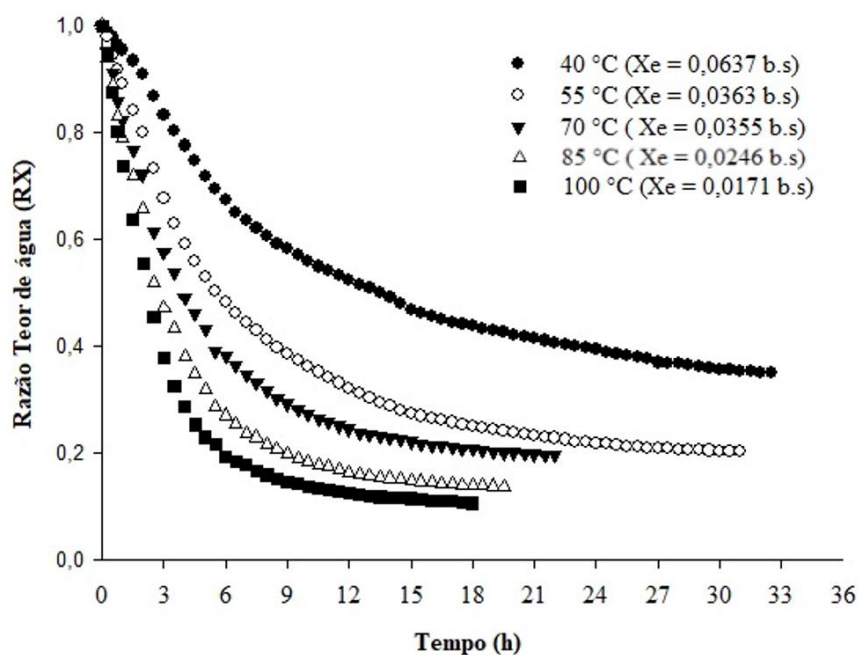


Figura 3 – Cinética de secagem dos grãos de soja

O tempo de secagem para cada tratamento foi de 32,5; 31,0; 22,0; 19,5; e 18,0 horas para as respectivas temperaturas de 40, 55, 70, 85 e 100 °C.

Analisando o comportamento das curvas de 40 e 100 °C, é perceptível o quanto o aumento da temperatura influencia na queda do RX e torna a linha de tendência mais próxima do equilíbrio. Observado por Cassini (2004) que na curva de secagem da proteína texturizada da soja apresentou uma influência mínima através da velocidade forçada do ar, portanto, a temperatura foi quem designou o comportamento das curvas.

Santos et al. (2013) observaram estudando as curvas de secagem de grãos residuais de urucum com e sem óleo, que independente da temperatura as amostras com óleo gastaram maior tempo de secagem quando comparados as amostras que não possuíam óleo, deixando notório a influência que o óleo exerce na duração da secagem das amostras, visto que o processo de separação da água e ácidos graxos são relevantes.

O aumento da taxa de perda está diretamente relacionado com a redução do tempo de secagem, isso se dá por conta da baixa resistência da água em realizar suas ligações as moléculas presentes na matéria seca do produto (ALMEIDA et al., 2021).

Os valores das análises físicas presentes na tabela 1, demonstra que o teor de porosidade intergranular houve um declínio constante conforme o aumento de temperatura das cinéticas, evidenciando que temperaturas elevadas diminuem o percentual de espaços vazios presentes na massa da soja e menores impurezas grossas nos grãos (LOPES et al., 2019). Os maiores valores de porosidade são mais desejáveis na secagem de grãos, pois permitem uma maior movimentação do ar no fluxo da secagem, assim como descrito por Figueiredo Neto et al. (2012).

Com o uso de amostragem sem pré-seleção nos tamanhos dos grãos, nota-se que os desvio padrão dos tratamentos são elevados, pois não existe conformidade no parâmetro de volume, apresentando o maior percentual de coeficiente de variação do trabalho, podendo ter influenciando na secagem e composição proximal dos grãos, já que é um parâmetro fundamental na transferência de calor e massa dos grãos (GONELI et al., 2011).

Assim como o parâmetro de volume, os valores encontrados na análise de circularidade e esfericidade, sofreram influencia pela falta de seleção de padrão visual dos grãos, notando-se que ambas análises mantiveram uma média de 89%. Pois o grão da soja apresenta uma formação física encíclica, permitindo analisar esses parâmetros de forma conjunta, assim como Turra (2017) e Pereira (2017) que descrevem que quanto mais próximo de 100% o grão é, mais regular é sua forma e melhor para o processamento e influências mecânicas na soja.

O percentual de massa específica aparente e unitária diminuíram com o aumento da temperatura, visto que quanto menos tiver o teor de água no grão, menor é sua dimensão física (RIBEIRO et al., 2005), indicando que quanto maior a temperatura de secagem menor o diâmetro do grão, pois a perda do teor de água influencia diretamente em suas dimensões.

Tabela 1 - Valores médios das análises físicas do grão de soja submetido a secagem em diferentes temperaturas

Parâmetros	Temperaturas						CV (%)
	40 °C	55 °C	70 °C	85 °C	100 °C	Controle	
Porosidade intergranular (%)	42,57±0,75 ^a	42,26±0,40 ^a	42,14±0,61 ^{a,b}	41,81±0,61 ^{a,b}	41,57±0,13 ^{a,b}	41,21±0,32 ^b	1,06
Volume (cm ³)	188,32±94,46 ^a	161,30±42,32 ^{b,c}	149,14±21,65 ^c	167,11±35, ^{87a,b,c}	161,04±18,97 ^{b,c}	180,64±82,28 ^{a,b}	29,5
Circularidade (%)	90,10±13,06 ^a	88,97±8,42 ^{a,b}	87,27±6,07 ^{a,b}	88,58±4,20 ^{a,b}	87,44±5,09 ^{a,b}	86,07±5,23 ^b	8,96
Esfericidade (%)	90,33±7,97 ^a	90,05±5,01 ^a	88,64±3,79 ^{a,b}	89,40±3,41 ^{a,b}	88,71±3,32 ^{a,b}	87,74±3,78 ^b	0,67
Massa específica unitária (g/mL)	1,21±0,02 ^a	1,20±0,00 ^a	1,17±0,01 ^b	1,15±0,02 ^{c,b}	1,14±0,00 ^c	1,17±0,01 ^b	0,9
Massa específica aparente (g/mL)	0,70±0,00 ^a	0,69±0,01 ^a	0,67±0,01 ^b	0,67±0,01 ^b	0,66±0,01 ^b	0,69±0,00 ^a	5,51

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa entre os tratamentos. Teste de comparação de médias de Tukey a $p < 0,05$.

Tabela 2 - Valores médios da composição proximal (g.100g⁻¹) do grão de soja submetido a secagem em diferentes temperaturas

Parâmetros	Temperaturas						CV(%)
	40 °C	55 °C	70 °C	85 °C	100 °C	Controle	
Lipídios	13,65±0,70 ^b	10,62±0,25 ^d	11,17±0,64 ^{c,d}	12,19±0,61 ^c	10,53±0,51 ^d	19,46±0,59 ^a	3,89
Proteínas	34,00±0,50 ^a	33,86±1,23 ^a	33,31±0,29 ^{a,b}	33,44±1,39 ^{a,b}	32,73±0,35 ^{a,b}	31,77±0,38 ^b	2,42
Cinzas	4,49±0,20 ^b	4,57±0,10 ^{a,b}	4,68±0,12 ^{a,b}	4,72±0,15 ^{a,b}	4,85±0,08 ^a	4,49±0,08 ^b	2,76
Teor de água	13,43±0,14 ^b	13,27±0,12 ^b	13,21±0,10 ^b	13,49±0,19 ^b	13,17±0,51 ^b	20,52±0,09 ^a	1,59

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa entre os tratamentos. Teste de comparação de médias de Tukey a $p < 0,05$ de significância.

Os resultados de lipídios, proteínas, cinzas, teor de água e massa específica aparente, estão expostos na Tabela 2, evidencia que o teor de lipídios da amostra controle apresenta valor semelhante ao apresentado por Poysa; Woodrow; YU (2006), além da diferença entre os tratamentos, devido a interação do teor de água e temperatura durante o processo de secagem. De acordo com Guerra e Lajolo (2005), a deterioração lipídica pode ser influenciada pelo teor de água inicial e a atividade de água presente no alimento, favorecendo ou não a concentração de óleo na extração.

O método apresentado de extração de óleo pela cinética de secagem demonstra que o subproduto da soja pode ser utilizado tanto nas indústrias de alimentos quanto nas indústrias químicas, pois estão aptos ao uso industrial para todas as temperaturas de extração, com rendimento consideravelmente próximos. Ficando a critério do fabricante qual a melhor temperatura para o processo de extração, vale ressaltar que quanto menor o tempo de secagem e maior o rendimento de extração, mais viável se torna o processo (OLIVERA, 2008), que neste caso é a temperatura de 85 °C.

Poysa; Woodrow; YU (2006) informam que 40% da composição proximal da soja e de proteína, enquanto o maior teor encontrado foi na temperatura de 40 °C, que não passou por muita exposição há desnaturação proteica no processo de secagem, visto que Sawada (2012) afirma que este processo ocorre em temperaturas acima de 50 °C.

Quanto ao teor de cinza, apresentou valores proporcionalmente crescentes com o aumento da temperatura, evidenciando uma maior exposição de minerais nos grãos nas maiores temperaturas de secagem e próximo aos valores encontrados por Mohler (2010).

É possível observar que as médias gerais obtidas para as análises houveram diferenças para todos os parâmetros avaliados, exceto teor de água, e o coeficiente de variação apresentou valores <10% assegurando a confiabilidade dos dados.

Utilizando o método de diferença, os carboidratos apresentaram os valores de 34,60; 37,82; 37,49; 36,14; 38,59 e 23,71 para as respectivas temperaturas de 40, 55, 70, 85, 100 °C e amostra controle. Quando comparado ao teor de proteína Moraes et. al. (2006), relatam que com o aumento do proteico o teor de açúcares solúveis presentes na fração de carboidratos totais poderia reduzir, assim como o encontrado nos presentes resultado.

Tabela 3 - Valores médios dos aspectos colorimétricos dos grãos de soja

	Temperaturas						
	40 °C	55 °C	70 °C	85 °C	100 °C	Controle	CV%
L*	57,26±0,10 ^a	59,18±0,07 ^a	58,97±0,08 ^a	74,01±0,16 ^a	59,30±0,88 ^a	55,97±1,08 ^a	35,79
C*	34,81±0,14 ^a	61,85±0,09 ^a	34,13±0,15 ^a	61,52±0,16 ^a	33,50±0,77 ^a	34,67±1,07 ^a	85,72
h°	74,54±0,10 ^a	72,81±0,08 ^a	75,23±0,07 ^a	70,05±0,12 ^a	75,14±0,59 ^a	73,33±0,38 ^a	8,70

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença entre os tratamentos. Teste de comparação de médias de Tukey a $p < 0,05$ de significância.

Na Tabela 3 estão apresentando os valores observados e estimados dos aspectos L*, Crhoma e Hue, que são correspondentes a avaliação da cor dos grãos em função da cinética de secagem. Notou-se que a cinética de secagem não influenciou nos aspectos colorimétricos de forma significativa, assim como encontrado por Botelho et al. (2015), que não houve influencia no parâmetro de luminosidade pelas diferentes temperaturas de secagem. Enquanto Santos (2021) em seus estudos sobre a caracterização química e tecnológica da soja, encontraram valores de luminosidade para grãos secos em diferentes safras sendo estes de 56,54 para safra de 2015/16 e 57,64 para safra de 2019/20, próximos aos encontrados no presente estudo.

5 CONCLUSÃO

Foi possível alcançar resultados satisfatórios através da cinética de secagem dos grãos, análises físicas e proximais, demonstrando que a falta de uma pré-padronização do dimensionamento do grão influencia em suas características físicas, portanto não está diretamente ligada nas propriedades proximais.

Quando comparada a cinética de secagem com os aspectos proximais, conclui-se que a temperatura de 85 °C apresentou melhores resultados, pois o tempo de secagem não foi elevado e não houve perda expressiva dos valores proteicos e lipídicos. Visto que no processamento e armazenamento dos grãos, é válido perder um percentual de nutrientes em questão do menor tempo de secagem.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. L. J. et al. **Modelagem matemática aplicada a cinética de secagem da pasta de amido de feijão preto**. Research, Society and Development, v. 10, n. 1, p. e37710111921-e37710111921, 2021.
- ALVES, F. P. et al. **Composição centesimal de grãos de soja de oito diferentes cultivares**, In: Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, 6., 2011, Londrina. Embrapa Soja-Resumo em Anais de Congresso (ALICE). Resumos expandidos. Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 7-9. 2011.
- ANDRADE, M. C. de; ANDRADE, S. M. C. de. **A Federação brasileira: uma análise geopolítica e geo-social**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2003. 128 p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of Analysis**. 21ed, 2019.
- BERTRAND, J.; LAURENT, C.; LECLERCQ, Vincent. **O mundo da Soja**. Ed. HUCITEC- Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987
- BOTELHO, F. M. et al. **Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja**. Embrapa Agrossilvipastoril-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.
- BOTELHO, F. M. *et al.* Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. **Reveng**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 212-219, jun. 2015.
- BOTELHO, F. M.; BOTELHO, S.; SOBREIRA, M. C. A. **Influência do teor de impurezas nas propriedades físicas de milho, soja e arroz em casca**. Embrapa Agrossilvipastoril-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 2009. p. 309, 315, 316.
- BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003. ANVISA. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2003.
- CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Planaltina: Embrapa Ce CELLA, R. C. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciência Tecnologia Alimentos**, [s. l.], ano 2022, v. 2, n. 22, p. 111-116, maio-ago 2002.rrados, 2010. 51 p.
- COUTO, S. M., MAGALHÃES, C. A.; QUEIROZ, M. D., BASTOS, T. I.; **Massa específica aparente e real e porosidade de grãos de café em função do teor de umidade**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campinas Grande, v. 3, n. 1, p. 61-68, 1999.

- DERMACHI, M. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/12**. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento Departamento de Economia Rural, 2011.
- DI LANARO, N.; BANJAY, 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, n.1, p.27-35, 2011.
- ESALQ/USP. 2013. BOTELHO, F. M.; BOTELHO, S.; SOBREIRA, M. C. A. Influência do teor de impurezas nas propriedades físicas de milho, soja e arroz em casca. **Embrapa Agrossilvipastoril**- Artigo em periódico indexado (ALICE), 2019.
- GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e Cultura**, [S.L.], v. 70, n. 3, p. 16-18, jul. 2018.
- FIGUEIREDO NETO, A.; DANTAS, B. F.; SILVA, J. C.; OLIVER, N. C.; SILVA, M. F. **Resistência ao fluxo de ar das vagens de amendoim com diferentes percentuais de impurezas**. Nucleus, v. 9, n. 1, 2012.
- Geankoplis, C. J. **Procesos de transporte y Operaciones Unitarias**. México: Compania Editorial Continental, 1986. 2ªed. 756p.
- Goneli, A. L. D.; Corrêa, P.C.; Magalhães, F.E.A. & Baptestini, F.M. (2011) - **Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem**. Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 33, n. 1, p. 36-40. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i1.4629>
- KONICA MINOLTA. **Precise color communication: Color control for perception to instrumentation**. Konica Minolta Sensing, Inc. 2007.
- LEITE, A. L. M. P.; SILVA, F. S. da; PORTO, A. G.; PIASSON, D.; SANTOS, P. dos. **Contração volumétrica e cinética de secagem de fatias de banana variedade Terra**. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.L.], v. 45, n. 2, p. 155-162, jun. 2015.
- LOPES, R. P.; AFONSO, A. D. L.; SILVA, J. de S. **Energia no pré-processamento de produtos agrícolas**. Secagem e armazenamento de produtos agrícolas. Viçosa-MG: UFV, v. 1, 2000.
- LOPES, M. A. et al. **Propriedades físicas dos grãos de soja, cotilédones e impurezas**. Revista de Ciências Agrárias, v. 42, n. 4, p. 962-970, 2019
- MARCINKOWSKI, E. de A. **Estudo da cinética de secagem, curvas de sorção e predição de propriedades termodinâmicas da proteína texturizada de soja**. 2006. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- MÖHLER, B. C. **Avaliação das características de secagem dos grãos de soja**. 2010.

- MORAES, R. A. de et al. **Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, p. 715-729, 2006.
- OETTERER, M. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Editora Manole Ltda, 2006.
- OLIVEIRA, M. de. **Temperatura na secagem e condições de armazenamento sobre propriedades da soja para consumo e produção de biodiesel**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.
- PEREIRA, L. L. **Tratamentos Fungicidas Alternativos e Seus Efeitos Sobre a Qualidade de Grãos de Soja**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) -Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Sinop. 2017,p. 41.
- POYSA, V.; WOODROW, Lorna; YU, K. **Effect of soy protein subunit composition on tofu quality**. Food Res. Int., v.39, n.3, p. 309-317, 2006.
- RAMALHO, J.T.; RODRIGUES, R. da S.; OLIVEIRA, A.C.B. de. Composição química de diferentes genótipos de soja convencionais. In: Simpósio de segurança alimentar, 7., 2020, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2020. p. 1-5. Disponível em: http://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_169.pdf. Acesso em: 20 jan. 2022.
- REGINATO-D'ARCE, M. A. B. Ensaio de extração de óleo de girassol com álcool etílico. 1985. 133p. Dissertação (mestrado). Escola superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1985.
- SILVA, Leandro Regis da et al. **Produção e comercialização de milho e soja na Fazenda Ouro Verde no município de Campos Novos-SC**. 2011.
- SAWADA, M. M. **Estudo da viabilidade técnica da substituição de hexano por etanol no processo de extração de óleo de soja: cinética de extração e índices de qualidade**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- TURRA, F. V. Arquitetura da Planta de Soja: **Influencia Sobre a Qualidade do Grão**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Sinop. 2017. 45 p.
- ZOCCA, T. N.; FANCELLI, A. L. **Incremento de produtividade da soja pelo uso de nitrogênio foliar**. 21º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo –Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Produção Vegetal;