

**Caracterização da qualidade físico-química em grãos de soja de municípios da região
centro-oeste do Brasil**

**Characterization of physical and chemical quality in soybean grains from municipalities
of the central-west region of Brazil**

**Caracterización de la calidad físico-química en la soya de municipios de la región
centro-oeste de Brasil**

Recebido: 31/03/2020 | Revisado: 01/04/2020 | Aceito: 02/04/2020 | Publicado: 04/04/2020

Rosana Maria Pereira Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4734-9165>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: rosanamariapsilva@gmail.com

Oswaldo Resende

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5089-7846>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: osvresende@yahoo.com.br

Jaqueline Ferreira Vieira Bessa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8775-6091>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: jaqueline@agricola.eng.br

Amaury de Macedo Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8690-0867>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: Amaury.silva@ueg.com.br

Ligia Campos de Moura Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9058-975X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: ligialirios@hotmail.com

Larissa Oliveira Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0174-9016>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: larissa1996fernandes@hotmail.com

Adrielle Borges de Almeida

Resumo

Objetivou-se caracterizar a qualidade físico-química em grãos de soja provenientes de unidades armazenadoras em municípios da região Centro-Oeste. Os grãos de soja foram coletados em oito unidades armazenadoras de grãos distribuídas em diferentes municípios da Região Centro-Oeste do Brasil. Realizou-se a caracterização dos grãos por meio do teor de água, condutividade elétrica, cor, massa específica aparente, massa de mil grãos, pH, composição proximal e os índices de acidez, peróxido e iodo do óleo. A caracterização física se apresentou com médias de $127,15 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ para condutividade elétrica, 7,50 para pH, 55,74 para L^* , 10,41 a^* e 31,46 para b^* , 33,15 para croma e 71,70 para h^* , 163,91 g massa de mil grãos e $701,00 \text{ kg m}^{-3}$ massa específica aparente. A composição proximal se deu com valores médios de, 11,30% para teor de água, 32,11% proteína, 7,76% fibra, 4,68% cinza, 20,62% carboidratos e 23,62% para teor de óleo. A caracterização dos índices de qualidade do óleo mostrou-se com valores de 0,08 mg KOH g óleo⁻¹ para acidez, 1,18 meq O₂ kg óleo⁻¹ para peróxido, 30,72 g I₂ 100 g óleo⁻¹ para iodo. Conclui-se que os grãos de soja dos municípios da região Centro-oeste quanto a qualidade físico-química dos grãos está dentro do padrão de qualidade segundo a legislação e literaturas pesquisadas e a qualidade do óleo com exceção do iodo com valores abaixo do padrão, está na faixa que garantem sua qualidade.

Palavras-chave: *Glycine max*; Características físicas.

Abstract

The objective was to characterize a physical-chemical quality in soybeans. Storage units stored in municipalities in the Midwest region of Brazil. The soybeans were collected in eight grain storage units distributed in different municipalities in the Midwest region. It carried out a characterization of grains by means of moisture content, electrical conductivity, color, bulk density, mass of a thousand grains, pH, close composition and the acidity, peroxide and iodine indices of the oil. A physical characterization is shown with $127.15 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ for electrical conductivity, 7.50 for pH, 55.74 for L^* , 10.41 a^* and 31.46 for b^* , 33, 15 for chroma and 71.70 for h^* , 163.91 g of corn mass and 701.00 kg m^{-3} of apparent specific mass. The proximal composition gave average values of 11.30% for moisture content, 32.11% for

protein, 7.76% for fiber, 4.68% for ash, 20.62% for carbohydrates and 23.62% for the moisture content. oil. A characterization of the oil quality indexes shown with values of 0.08 mg KOH of oil⁻¹ for acidity, 1.18 meq of O₂ kg of oil⁻¹ for peroxide, 30.72 g of I₂ 100 g of oil⁻¹ for iodine. It concluded that the soybean grains of the municipalities of the Midwest region, regarding the physical and chemical quality of the grains, is within the quality standard according to the legislation and researched literature and the quality of the oil with the exception of iodine with values below the standard, is in the range that guarantees its quality.

Keywords: *Glycine max*; Physical characteristics.

Resumen

El objetivo fue caracterizar la calidad física y química de la soya de las unidades de almacenamiento en los municipios de la región del Medio Oeste. Las semillas de soya fueron recolectadas en ocho unidades de almacenamiento de granos distribuidas en diferentes municipios de la Región del Medio Oeste de Brasil. La caracterización de los granos se realizó mediante contenido de agua, conductividad eléctrica, color, masa específica aparente, masa de mil granos, pH, composición proximal y los índices de acidez, peróxido y yodo del aceite. La caracterización física se presentó con promedios de 127.15 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ para conductividad eléctrica, 7.50 para pH, 55.74 para L *, 10.41 a * y 31.46 para b *, 33, 15 para croma y 71.70 para h *, 163.91 g de masa de mil granos y 701.00 kg de masa específica aparente m⁻³. La composición proximal ocurrió con valores promedio de 11.30% para el contenido de agua, 32.11% de proteína, 7.76% de fibra, 4.68% de gris, 20.62% de carbohidratos y 23.62% para aceite. La caracterización de los índices de calidad del aceite mostró valores de 0.08 mg KOH g aceite⁻¹ para acidez, 1.18 meq O₂ kg aceite⁻¹ para peróxido, 30.72 g I₂ 100 g aceite⁻¹ para yodo. Se concluye que los granos de soya de los municipios de la región del Medio Oeste con respecto a la calidad físico-química de los granos están dentro del estándar de calidad de acuerdo con la legislación y la literatura investigada y la calidad del aceite, con la excepción del yodo con valores por debajo del estándar, está en la gama que garantiza su calidad.

Palabras clave: *Glicina máx*; Características físicas.

1. Introdução

A soja (*Glycine max*) é originária do Oriente, derivada da espécie selvagem *Glycine ussuriensis*, que cresce no leste da Ásia (Hsieh et al., 2017). É uma das leguminosas de maior cultivo no mundo, isto em grande parte pelo seu valor nutricional que desperta cada vez mais o interesse em ampliar a sua aplicabilidade. A armazenagem dos grãos de soja é fundamental para uma boa qualidade dos grãos. O tipo de beneficiamento interfere diretamente nas características físicas e químicas dos grãos, podendo influenciar na qualidade dos produtos finais, tanto para o consumo em grãos, quanto para os produtos derivados a partir dela como no óleo (Smaniotto et al., 2014).

Os benefícios da soja vão além das características comuns presentes nos grãos. É altamente representativo na nutrição humana, principalmente para pessoas que necessitam de alimentos específicos como os intolerantes à lactose (Casé et al., 2005), tendo no “leite de soja”, além de ser utilizada como importante substituto em dietas de indivíduos com restrição ao glúten (Mariani et al., 2015).

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo atrás apenas dos USA e a região Centro-Oeste tem destaque nacional com produtividade média de 106.133,3 toneladas na safra de 2018/2019 (Conab, 2019). Diante deste cenário a avaliação da qualidade da soja produzida na região é de extrema importância para determinar o destino destes grãos.

De acordo com a Instrução Normativa 11, de 16 de maio de 2007, os grãos de soja são classificados em grupos, dependendo do uso proposto, em classes em função da coloração e em tipos em função dos percentuais de tolerância de defeitos dos grãos (Brasil, 2007).

Neste trabalho foram utilizados os seguintes métodos para determinar a qualidade dos grãos de soja, parâmetros físicos (massa de mil grãos, pH, cor, massa específica aparente) e químicos (condutividade elétrica, teor de água, proteína, fibra, óleo, cinzas e carboidratos).

Para determinar a viabilidade do óleo de soja para consumo, após ser obtido por processo de extração e refino são realizadas análises físico-químicas como: os índices de acidez, peróxidos e iodo de acordo com que se preconiza a legislação (Brasil, 2005).

Sendo assim, objetivou-se, caracterizar os grãos de soja obtidos de oito unidades armazenadoras, na região centro-oeste quanto a qualidade físico-química.

2. Metodologia

Os grãos de soja foram obtidos de oito unidades armazenadoras em municípios da região Centro-Oeste do Brasil (Edéia, Morrinhos, Jataí, Mineiros, Catalão, Portelândia, Orizona, Água Bonita), secos até obtenção de teores de água de 11 a 13% (b.u) e armazenados sob refrigeração ($\pm 18\text{ }^{\circ}\text{C}$).

As amostras foram coletadas em turnos e dias diferentes totalizando 22, as cascas e os grãos quebrados foram removidos utilizando peneiras oblonga (3,5 x 22 mm). Para realização das análises foram utilizados grãos inteiros e triturados.

2.1 Análises físico-química dos grãos de soja

A condutividade elétrica (CE) foi determinada segundo Vieira e Krzyzanowski (1999) em que, quatro parcelas contendo 50 grãos para cada tratamento foram pesadas e colocadas em copos de plástico com 75 mL de água destilada e, mantidas em câmara tipo B.O.D. com temperatura controlada a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 24 h. Após esse período, realizou-se a leitura da condutividade elétrica por meio de um condutivímetro digital CD 850.

A cor da massa de grãos (CMG) foi realizada por meio de um colorímetro ColorFlex EZ com o sistema Hunter, através de leitura direta por refletância. A luminosidade é expressa por L, com variação do branco ao preto de acordo com Moura, et al. (2009) e, as coordenadas a^* , do vermelho (+) ao verde (-) e b^* , do amarelo (+) ao azul (-) segundo Paucar-Menacho et al. (2008). Para o cálculo do croma (Cr) e o ângulo hue (h^*), foram utilizadas as Equações 1 e 2.

Em que,

$$\text{Cr} = \sqrt{(a^* a) + (b^* b)} \quad (1)$$

$$h^* = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (2)$$

Massa específica aparente (MEAP) de acordo com AACC, (2000) foi utilizado um recipiente de volume conhecido (252,3 mL) preenchido com os grãos dos diferentes lotes em uma altura de queda fixa de 0,023 m. Após o preenchimento e pesagem foi determinada a

massa específica aparente por meio da relação da massa (kg) e volume (m³) em balança semianalítica.

Para obtenção da massa de mil grãos, procedeu-se a contagem e a pesagem de 100 grãos por oito vezes, até completar 800 grãos conforme Brasil (2009). Os dados obtidos foram expressos por meio da seguinte equação.

Em que,

$$\text{Massa de mil grãos (PMG)} = \frac{\text{massa(g)} \times 1000}{\text{quantidade total de grãos}} \quad (3)$$

O teor de água dos grãos de soja foi determinado pela metodologia de Brasil (2009), por gravimetria em estufa de circulação de ar forçado por 24 h a 105 ± 3 °C. Para a determinação da proteína bruta foi utilizado o método de Kjeldahl, segundo AOAC (2000) que consiste na determinação do nitrogênio total em três etapas: digestão da amostra utilizando ácido sulfúrico P.A, destilação utilizando NaOH 40% e titulação utilizando HCL 0,1 N. O teor de proteínas é obtido através das equações 4 e 5.

Em que,

$$\text{Proteína (base úmida)(\%)} = \frac{(\text{VL} - \text{VB}) \cdot (0,014 \cdot 100) \cdot 6,25 \cdot \text{N} \cdot \text{Fc}}{\text{MA}} \quad (4)$$

$$\text{Proteína (base seca)(\%)} = \frac{y \cdot 100}{(100 - X)} \quad (5)$$

VB = mL gastos do titulante para o branco;

VL = mL gastos do titulante para a amostra;

0,014 = mEq Nitrogênio;

6,25 = Fator de conversão do teor de N em proteína;

N = Normalidade do titulante;

Fc = Fator de correção da normalidade do titulante;

MA = Massa da amostra;

X = % teor de água;

Y = Proteína bruta (base úmida)

A análise de fibra bruta foi obtida de acordo com o método descrito pela AOAC (1970), que consiste na digestão direta da amostra. Pesou-se entre 1,0 a 1,0020 g de grãos de soja triturados em balança de precisão (Marconi, Modelo AL500C), colocados em embalagem, selou-se e foram a digestão no determinador de fibra, (Tecnal, Modelo TE-149) em solução de ácido sulfúrico a 1,25% para a primeira parte da digestão e solução de KOH a 1,25% para a segunda parte. Para o enxague utilizou-se água destilada e enxague final com etanol e acetona. Após, foram transferidos para cápsulas de alumínio e levados para estufa a 105°C por quatro horas para secagem. Depois de frio em dessecador, consistiu na pesagem antes de serem incinerados, por 1 h em mufla a 550°C. Depois de frio, obteve-se o percentual de fibra bruta. Para cálculo da fibra bruta utilizou-se a seguinte equação:

Em que,

$$\text{Fibra bruta (\%)} = \frac{[(C - A) - D] \times 100}{B} \quad (6)$$

A - Massa da embalagem (g);

B - Massa da amostra (g);

C - Massa do conjunto cadinho-embalagem-extrato (g);

D - Massa do conjunto cadinho-cinza (g).

As cinzas foram quantificadas por meio da carbonização total da matéria orgânica em forno mufla (Bravac, M2) a 550 °C, 4 h pelo método oficial n° 923.03 da AOAC, (1995). O teor de cinzas é calculado através da equação

$$\text{Cinzas} = \frac{100 \times N}{P} \quad (7)$$

N = quantidade de g de fibra

P = quantidade de g de amostra

Para a determinação do extrato etéreo, foi utilizada metodologia de extração contínua em aparelho tipo Soxhlet, com uso de solvente orgânico hexano segundo método n° 925.38 (AOAC, 2000). O teor de óleo foi calculado por meio da soma da quantidade em gramas de óleo obtido vezes 100, dividido pela massa total de grãos triturados.

Em que,

$$\text{Teor de óleo} = \frac{m(\text{g}) \text{ óleo} \times 100}{m(\text{g}) \text{ grãos}} \quad (8)$$

O resultado foi expresso em g/100g de matéria seca. O teor de carboidrato total CT foi determinado pela diferença da composição proximal, em que:

$$\text{CT} = (\% \text{ teor de água} + \% \text{ óleo} + \% \text{ proteína bruta} + \% \text{ fibra} + \% \text{ cinza}) - 100.$$

(9)

2.2 Análises da qualidade do óleo de soja

Em um erlenmeyer de 125 mL foi colocado 1 a 2 g de cada amostra de óleo e adicionados 30 mL de solução de éter etílico e álcool etílico (1:1). O produto foi agitado até a completa diluição do óleo; acrescentando-se três gotas de solução alcoólica do indicador ácido/base fenolftaleína. A titulação foi realizada com solução de KOH 0,025M até o surgimento da coloração rósea, estável por 30 segundos. O índice de acidez foi calculado pela expressão:

Em que,

$$\text{Índice de acidez} = \frac{v \cdot f \cdot 5,61}{P} \quad (10)$$

v = quantidade em mL de solução de hidróxido de potássio 0,025M gasto na titulação;

f = fator da solução de hidróxido de potássio;

P = quantidade em g da amostra.

Para determinação do índice de peróxidos foi utilizado o método oficial, descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Em um erlenmeyer de 125 mL será colocado cerca de 1 g de cada amostra de óleo, adicionados 6 mL de solução de ácido acético e clorofórmio (3:2) e 0,1 mL de solução saturada de iodeto de potássio, com agitação por cerca de 2 min. Ao produto foi adicionados 40 mL de água destilada e 0,1 mL de solução de amido a 1%. A titulação foi procedida com solução de tiosulfato de sódio a 0,01M até a mistura ficar transparente. O índice de peróxidos foi calculado conforme a seguinte expressão:

Em que,

$$\text{IP mEq/1000 g amostra} = \frac{(A - B) N f 1000}{P} \quad (11)$$

A = solução de tiosulfato de sódio 0,01M gasto na titulação da amostra, mL;

B = solução de tiosulfato de sódio 0,01M gasto na titulação do branco, mL;

N = normalidade da solução de tiosulfato de sódio;

f = fator da solução de tiosulfato de sódio;

P = amostra, g.

O índice de iodo foi determinado pelo método oficial, descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Em um erlenmeyer de 250 mL foi colocado 0,1 g de cada amostra de óleo e adicionados 5 mL de clorofórmio, 20 mL de solução de Hanus e colocado ao abrigo da luz durante 1 hora com agitação manual a cada 20 min. Em seguida, foi adicionado 10 mL de solução de iodeto de potássio a 10%, isenta de iodo livre, 100 mL de água destilada e 2 mL de solução de amido a 0,2%. Em seguida a titulação foi procedida com agitação magnética com solução de tiosulfato de sódio a 0,1 M até a mistura ficar transparente. O índice de iodo foi calculado por meio da expressão:

Em que,

$$\text{Índice de iodo} = \frac{V_b - V_a M 12,68}{P} \quad (12)$$

M = molaridade da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;

V_b = mL gasto na titulação do branco;

V_a = mL gasto na titulação da amostra;

P = quantidade g da amostra.

O experimento foi montado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com três repetições para obtenção de médias. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância (Anova) e analisados pelo teste de médias Tukey a 5% de significância, em programa Estatístico Sisvar 5.6.

3. Resultados

3.1 Propriedades físico-químicas dos grãos de soja

Na Tabela 1 está expresso o resumo da análise de variância da caracterização físico-química dos grãos de soja inteiros.

Tabela 1. Resumo da análise de variância com os valores do quadrado médio das variáveis para condutividade elétrica (CE), pH, coloração da massa de grãos luminosidade (L*), coordenada (a*), coordenada (b*), croma (Cr), Hue, teor de água do grão (TAG), massa de mil grãos (MMG), massa específica aparente (MEAP).

FV	GL	CE	PH	L*	a*	b*	Cr	h*	TAG	MMG	MEAP
Amostra	21	2883,53**	0,010**	8,06**	1,77**	3,94**	4,66**	3,16**	2,603**	232,993**	161,876**
Resíduo	44	71,33	0,003	0,42	0,06	0,23	0,25	0,14	0,035	1,558	6,013
Total corrigido	65										
CV (%)		6,64	0,70	1,17	2,38	1,54	1,51	0,52	1,62	0,76	0,35
Média geral		127,15	7,50	55,74	10,41	31,46	33,15	71,70	11,64	163,91	701,00

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; (*): significativo a 5% pelo teste de Tukey.
Fonte: Autor (2020)

Através da Tabela 1, pode se observar as médias gerais obtidas para as análises e que houve diferenças para todos os parâmetros avaliados. O coeficiente de variação apresentou valores <10% o que assegura a confiabilidade dos dados.

A condutividade elétrica (CE) apresentou valor maior que o padrão de qualidade e o pH valor dentro padrão. O teor de água, a coloração da massa dos grãos e a massa de mil grãos estão de acordo com o padrão e a massa específica aparente, apresentou-se inferior, possivelmente devido a influências na formação dos grãos na lavoura.

Na Tabela 2, estão expressos os valores de teor de água do grão inteiro (TAGI) massa específica aparente (MEA), massa de mil grãos (MMG), condutividade elétrica (CE) e pH.

Tabela 2. Resultados de teor de água do grão inteiro (TAGI) massa específica aparente (MEA), massa de mil grãos (MMG), condutividade elétrica (CE) e pH.

Amostras	Região	TAGI (%)	MEA kg m ⁻³	MMG (g)	CE μS cm ⁻¹ g ⁻¹	pH
1	Edeia	11,34 cdef	702,64 c	164,57 cde	156,78 ghi	5,29 abc
16	Edeia	9,33 a	697,48 bcd	148,96 a	131,51 defg	5,31 abcd
2	Mineiros	11,95 gh	701,80 cdef	164,79 de	127,84 cdef	5,32 abcd
3	Mineiros	12,60 ij	698,03 cd	163,49 cd	104,24 ij	5,31 a
4	Portelândia	12,47 hi	696,87 bcd	163,97 cde	129,83 cde	5,35 abcd
5	Orizona	12,43 hi	713,18 h	165,66 de	175,66 abc	5,20 abcd
8	Jataí	11,76 fg	706,94 fgh	162,57 cd	84,75 a	5,47 d
9	Jataí	11,78 fg	707,71 fgh	163,68 cd	81,96 a	5,30 abc
10	Jataí	11,47 fg	703,97 defg	167,67 e	94,96 ab	5,38 cd
11	Jataí	12,38 hi	696,92 bcd	172,25 f	148,36 efgh	5,33 abcd
12	Morrinhos	13,09 j	686,66 a	176,56 gh	140,41 defg	5,31 abcd
13	Morrinhos	11,07 bcde	695,28 bc	149,46 ab	96,98 ab	5,38 cd
14	Morrinhos	11,58 efg	712,24 h	152,16 ab	114,94 bcd	5,40 cd
15	Morrinhos	10,87 bc	703,40 defg	173,75 fg	103,92 abc	5,33 abcd
6	Morrinhos	11,07 bcde	703,79 defg	176,86 gh	98,29 ab	5,28 abc
7	Morrinhos	10,71 b	710,84 gh	164,83 de	80,35 a	5,21 ab
17	Água Bonita MT	13,87 l	686,53 a	180,22 h	140,90 defg	5,35 abcd
18	Catalão	11,46 defg	705,89 efgh	160,80 c	140,91 defg	5,30 abc
19	Catalão	10,96 bcd	702,85cdef	151,57 ab	154,90 fgghi	5,32 abcd
20	Catalão	11,54 defg	700,32 cdef	165,44 de	184,01 j	5,40 cd
21	Catalão	11,03 bcde	698,59 cde	153,20 b	136,02 defg	5,35 abcd
22	Catalão	11,33 cdef	690,07 ab	163,44 cd	169,79 hij	5,37 bcd

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.
 Fonte: Autor (2020)

Na Tabela 2, é importante ressaltar os teores de água obtidos nos diferentes municípios, visto que, esses resultados se apresentaram dentro do permitido pela legislação vigente.

O teor de água dos grãos triturados foi avaliado para se obter homogeneidade nos resultados da composição proximal. Este parâmetro influencia não somente nas reações químicas, mas também na integridade e conservação dos grãos. Esses valores indicam que a os grãos de soja estavam com teor de água, que garantem uma maior integridade dos grãos durante o armazenamento (Smaniotto et al., 2014) segundo a Tabela 2.

Em relação ao teor de proteína bruta, os dados obtidos, demonstraram que os valores estão inferiores aos encontrados na maioria da literatura. Solos menos ácidos podem influenciar para esta redução. Lantmann et al. (1989), utilizaram-se do calcário e molibdênio para calagem do solo adicionando em diferentes doses, o que garantiu níveis maiores de proteína com pH mais ácido, enquanto que com maior aplicação de calcário/molibdênio o pH se mostrou menos ácido e o teor de proteína baixou.

Os valores apresentados da massa específica aparente variaram entre 686,52 e 713,18 kg m⁻³. Para uma mesma região (Edeia) com os teores de água 9,33 e 11,34 % (b.u.) (amostras 16 e 1, respectivamente) a MEA teve variação de 5,16 kg m⁻³. Esta variação pode ter sido influenciada pelo teor de água, já que os grãos de soja variam sua forma a partir do emprego da temperatura, pois perde a água livre. Os grãos de soja no momento da colheita possuem maior quantidade de água por conta da umidade relativa do ar, isto por conta do período chuvoso (Alencar et al., 2009).

Botelho et al. (2015) relataram valor de massa específica aparente de grãos de soja entre 733,4 kg m⁻³ a 710,3 kg m⁻³ com o emprego da temperatura de secagem até 80 °C, reduzindo sua massa de acordo com a perda de água livre em diferentes temperaturas. Já no presente trabalho, os grãos foram avaliados após o processo de secagem no armazém em que os valores obtidos apresentaram média de 701,0 kg m⁻³, valores que estão semelhantes para grãos inteiros de soja em avaliação feita por Lopes et al. (2005) com 720,2 kg m⁻³.

Outro ponto importante é o percentual de grãos de soja quebrados das amostras que interfere na porosidade intergranular e também quimicamente, já que permite maior ação do oxigênio e microrganismos, invalidando não somente qualitativa, mas quantitativamente na secagem, no armazenamento e na vida útil dos grãos (Mata & Duarte, 2002).

A massa de mil grãos apresentou valores entre 148,96 a 180,22 g, e os melhores resultados foram da região de Morrinhos (6: 176,86 g; 7: 164,83 g; 12: 176,56 g; 13: 149,46 g; 14: 152,16 g e 15: 173,75 g), seguido de Jataí (8: 162,57 g; 9: 163,68 g; 10: 167,67 g e 11:

172,25g), Mineiros (2: 164,79 g e 3: 163,49 g) e Catalão (18: 160,80 g; 19: 151,57 g; 20: 165,44 g, 21: 153,20 g e 22: 163,44 g). Esses valores que estão de acordo com o acompanhamento de safra ano a ano no período de 1996 a 2011 para grãos de soja relatado por Santos et al. (2014). Os autores ainda afirmaram que a quantidade de grãos por planta e/ou vagem depende da rotação de culturas. Expuseram melhores resultados no sistema II, onde se cultivou rotativamente, trigo/soja e ervilha/milho.

Alguns fatores podem interferir na massa de mil grãos, como a falta de nutrientes que inibe o crescimento da planta reduzindo a quantidade de vagem por planta, além do tamanho e quantidade de grãos. Outro ponto a ser considerado com interferente é a irrigação, a falta ou excesso inviabiliza o desenvolvimento. Fatores químicos do solo, ou a falta deles, determinam as características físico-químicas dos grãos na sua qualidade final como produto ou subproduto. As pesquisas têm avançado ao longo dos anos/safras na produção de grãos, que venham obter maior rendimento (kg ha^{-1}) em um mesmo espaço (Pires et al., 1998; Santos et al., 2014).

Vários fatores podem influenciar a condutividade elétrica dos grãos, incluindo o teor de água fora da faixa de 10 a 17% (b.u.) (AOSA, 1983; Loeffler et al., 1988; Hampton et al., 1992). Os resultados para este parâmetro variaram consideravelmente de uma região para a outra, com leituras de 81,96 a 184,01 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

As maiorias das amostras de Jataí (8, 9 e 10) apresentaram maior integridade dos grãos de soja, mesmo que uma das amostras (11) se mostrou mais danificado com leitura de 148,36 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. Segundo Vieira et al. (2002), o teor de água e o vigor dos grãos, influencia diretamente na liberação de exsudato, ou seja, quanto maior o teor de água dos grãos de soja, menor será a sua qualidade. No entanto, é notável por meio da Tabela 2 que para estas amostras o teor de água não tenha influenciado necessariamente para liberação de exsudato como na amostra 16, com teor de água de 9,33 % (b.u.) e leitura de 131,51 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

A amostra (20) de Catalão teve maior valor observado de 184,01 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, seguidos das 22 (169,79), 19 (154,90) 18 (140,91) e a menor de 136,02 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a amostra 21, mesmo assim, ficando superiores. Os grãos de soja podem ter sofrido interferência mecânica, antes da chegada para secagem, ocasionando danos na estrutura molecular dos grãos, sendo que a partir do contato com a água para análise da leitura, tenha permitido maior perda de material constituinte (Costa et al., 2001).

Ainda na Tabela 2 estão expressos os valores de pH dos grãos de soja, compreendendo uma faixa entre 5,20 (Orizona) a 5,40 (Morrinhos, 14 e Catalão, 20). Estes

resultados estão de acordo com o acompanhamento anual de Santos et al. (2014), que relataram valores de pH nas safras de 1996 a 2011 entre 4,3 a 5,4, respectivamente.

Na Tabela 3 estão expressos os resultados de cor da massa dos grãos para luminosidade (L^*), coordenada (a^*), coordenada (b^*), croma (Cr) e ângulo Hue (hue).

Tabela 3. Resultados da coloração da massa dos grãos para luminosidade (L^*), coordenada (a^*), coordenada (b^*), croma (Cr) e ângulo Hue (hue).

Amostras	Região	L^*	a^*	b^*	Cr	Hue
1	Edeia	54,70 abcdf	9,04 a	30,64 bcd	31,95 abcd	73,55 i
16	Edeia	54,23 abcde	11,75 i	31,35 bcde	33,48 def	69,43 a
2	Mineiros	55,82 defgh	11,26h i	31,93 de	33,86 ef	70,58 abc
3	Mineiros	53,68 abc	11,05 fghi	32,09 de	33,94 efg	71,00 bcd
4	Portelândia	54,70 abcdef	11,02 fghi	32,70 ef	34,50 fg	71,37 cdef
5	Orizona	58,14 ij	10,39 defg	31,64 bcde	33,31 cdef	71,82 defgh
8	Jataí	56,17 efghi	10,59 efgh	32,42 ef	34,11 efg	71,89 defgh
9	Jataí	56,77 ghij	10,31 def	32,52 ef	34,12 efg	72,41 efghi
10	Jataí	57,54 hij	10,06 cde	31,94 de	33,49 def	72,52 fghi
11	Jataí	55,65 cdefgh	10,09 cde	31,21 bcde	32,81 bcde	72,08 defgh
6	Morrinhos	56,64 fghi	10,31 def	31,32 bcde	32,98 bcdef	71,77 abcdefg
7	Morrinhos	56,73 fghi	11,04 fghi	32,71 ef	34,52 fg	71,35 cde
12	Morrinhos	52,71 a	9,27 ab	29,05 a	30,49 a	72,29 efgh
13	Morrinhos	56,95ghi j	11,14fgh i	33,65 f	35,45 g	71,68 cdefg
14	Morrinhos	55,39 bcdefg	9,78 abcd	30,18 ab	31,72 ab	72,03 defgh
15	Morrinhos	58,79 j	9,32 abc	30,36 abc	31,76 abc	72,93 hi
17	Água Bonita MT	53,40 ab	9,77 abcd	29,04 a	30,64 a	71,40 cdef
18	Catalão	55,13 bcdefg	10,31 def	32,41ef	34,02 efg	72,35 efgh
19	Catalão	57,91 ij	9,85 bcde	31,71 cde	33,21 bcdef	72,74 ghi
20	Catalão	54,71 abcdef	11,33 hi	31,28 bcde	33,27 bcdef	70,09 ab
21	Catalão	56,54 fghi	9,79 abcd	30,77 bcd	32,28 bcd	72,35 efgh

22	Catalão	53,89 abcd	11,50 i	31,25 bcde	33,30 cdef	69,80 a
	CV (%)	1,17	2,38	1,54	1,51	0,52

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Autor (2020)

Na Tabela 3, destaca-se os resultados de luminosidade na amostra 12 (Morrinhos) cujo apresentou maior valor e amostra 1 do município de Edeia com maior valor de ângulo hue 73,55.

As diferenças de cor para estas variáveis foram de 52,71 a 58,79 para luminosidade; 9,04 a 11,75 para coordenada a*; 30,18 a 33,65 para b* e para Cromo e Hue 30,49 a 35,45 e 69,43 a 73,55 respectivamente. No geral, para todas as regiões estudadas quanto aos parâmetros L*, a*, b* mesmo apresentando diferenças entre si, a coloração da massa de grãos apresentou-se próximas umas das outras, até mesmo para o croma e hue.

Em avaliação da coloração da massa de grãos de soja, Botelho et al. (2015), obtiveram para luminosidade o valor de 55,48 prevalecendo-se na região mais clara. Estes valores correspondem a maioria das amostras/região, com diferença mais acentuada para Morrinhos (amostras 12 e 15) com valores de 52,71 e 58,79. Já para a coordenada a* com valor de 6,2 a 5,4 e b* 16,7 a 15,5 estando abaixo dos valores apresentados. Os valores para L* se mostraram em um tom mais claro, prevalecendo o branco, para a coordenada a* prevaleceu o verde e para b* o azul. O croma teve um percentual de variação de 1,51% indicando proximidade nas tonalidades de cor e que as tonalidades se apresentaram mais opacas e isto é reforçado com o ângulo Hue com valores bem maiores do que o croma. O croma teve como indicativo a coloração mais escura (+) e o hue para regiões de tonalidades mais claras (-), regiões mais próximas do branco. A coloração da massa de grãos está em tonalidades que correspondem ao padrão de qualidade (Brasil, 2007).

Os grãos de soja foram coletados para análises logo após a secagem e a conservação até o momento da determinação de cor, a uma temperatura de ± 18 °C e as reações químicas e físicas foram minimizadas neste intervalo e não ocorreram pelo tempo mínimo de armazenagem (Alencar et al., 2009).

A coloração dos grãos de sojas para indústria de processamento, possuem cor de tom amarelada (Liu et al., 1995) e o percentual de grãos amarelos deve ser em torno de 90% conforme regras de classificação dos grãos (Sampaio, 2016). No entanto, se mostrou dentro do que é preconizado pelo padrão de qualidade conforme Instrução Normativa 11/2007 do MAPA, a qual estabelece que os grãos de soja se apresentem em cor amarela, verde ou

perolada, e a parte interna com tom amarelado para esbranquiçado (Brasil, 2007). Os valores representados na Tabela 3 obtiveram média geral para luminosidade de 55,74; para as coordenadas a* de 10,41; e b* de 31,46; o croma de 33,15 e hue de 71,70.

3.2 Composição proximal dos grãos de soja

Na Tabela 4, está expresso o resumo da análise de variância da composição proximal dos grãos de soja triturados.

Tabela 4. Resumo da análise de variância com os valores do quadrado médio das variáveis para teor de água da soja triturada (TAT), proteína (PT), fibra (FIB), cinzas (CIN), carboidratos (CAB) teor lipídico (TL).

FV	GL	TAT	PT	FIB	CIN	CAB	TL
Amostra	21	2,281**	1,135**	4,442**	0,289**	11,416**	8,90**
Resíduo	44	0,023	0,424	0,718	0,023	3,13	2,47
Total corrigido	65						
CV (%)		1,35	2,29	11,08	3,26	8,59	6,66
Média geral		11,30	32,11	7,76	4,68	20,62	23,62

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; (**) significativo a 5% pelo teste F. Fonte: Autor (2020)

Através da Tabela 4, pode se observar as médias gerais obtidas para as análises e que houve diferenças para todos os parâmetros avaliados. O coeficiente de variação apresentou valores < 10 % para as análises de teor de água da soja triturada (TAT), proteína (PT), cinzas (CIN), carboidratos (CAB) teor lipídico (TL). A média de PT apresentou-se abaixo e o TL acima dos encontrados na literatura. Isso, pode ser justificado pela característica das cultivares, tipo de solo entre outros.

Os resultados expressos na Tabela 5 para qualidade dos grãos de soja inteiros demonstram variação entre as regiões.

Na Tabela 5, estão expressos os valores da composição proximal. Os grãos apresentaram teor de água entre 9,33 a 13,24 (% b.u.), valores que estão dentro do percentual que a legislação brasileira preconiza.

Tabela 5. Resultados composição proximal (%) dos grãos de soja para do teor de água do grão triturado (TAT); óleo (LP); proteína (PT); fibra bruta (FB); cinzas (CZ); carboidratos (CBD)

Amostras	TAT (% b.u.)	LP (%)	PT (%)	FB (%)	CZ (%)	CBD (%)
1	11,18 ghi	19,94 a	32,07 ab	7,05 abc	5,51 f	24,24 c
16	9,33 a	25,28 bc	30,92 ab	8,99 cd	4,58 abcd	20,89 abc
2	11,78 jkl	21,12 ab	32,04 ab	7,00 abc	5,02 de	23,04 bc
3	12,39 mn	22,75 abc	31,92 ab	6,15 ab	4,90 cde	21,89 bc
4	11,97 klm	22,38 ab	32,41 ab	6,11 ab	4,92 cde	22,20 bc
5	12,00 lm	24,88 bc	32,28 ab	5,70 a	4,86 cde	20,25 abc
8	11,51 ijk	21,92 ab	32,18 ab	6,98 abc	4,63 abcde	22,78 bc
9	11,17 fghi	25,71 bc	31,88 ab	6,85 a	4,66 bcde	19,73 abc
10	11,36 hij	23,12 abc	31,75 ab	8,93 cd	4,48 abc	20,35 abc
11	12,20 lm	23,83 abc	31,27 ab	7,25 abcd	4,18 a	21,27 bc
12	12,58 n	24,29 abc	31,99 ab	6,93 abc	4,32 ab	19,88 abc
13	11,58 bcd	25,07 bc	33,00 b	7,63 abcd	4,31 ab	19,40 abc
14	11,10 efghi	24,83 abc	31,45 ab	8,68 bcd	4,29 ab	19,76 c
15	10,70bcdef	23,63 abc	32,70 ab	9,77 d	4,60 ad	18,60 ab
6	10,39 bc	24,05 abc	32,42 ab	5,88 a	4,45 abc	22,79 bc
7	10,33 b	23,83 abc	32,61 ab	6,75 abc	4,67 bcde	21,80 bc
17	13,24 o	24,91 bc	30,76 a	8,31 abcd	4,73 bcde	18,03 ab
18	11,23 ghi	22,11 ab	32,79 ab	8,19 abcd	4,83 cde	20,85 abc
19	10,67 bcde	22,57 abc	32,81 ab	9,03 cd	4,90 cde	20,01 abc
20	11,03 defgh	24,31 abc	32,80 ab	7,85 abcd	5,10 ef	18,90 abc
21	10,83 cdefg	21,60 ab	32,08 ab	9,37 cd	4,47 abc	21,64 bc
22	10,03 defgh	27,43 c	32,50 ab	8,91 cd	4,65 bcde	15,46 a
CV%	1,35	6,66	2,29	11,8	3,26	8,59

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.
 Fonte: Autor (2020)

Através da Tabela 5, pode se observar que houve diferenças entre os municípios avaliados. O coeficiente de variação apresentou valores <10% o que assegura a confiabilidade

dos dados. Destaque para os grãos de Morrinhos (amostra 13) que apresentou maior teor de proteínas.

Na moega, de unidades armazenadoras de grãos, são descarregados grãos de várias regiões onde o teor de água pode variar consideravelmente. Dentro do secador, o tempo de exposição na secagem, pode determinar maior ou menor remoção de água dos grãos, e para aqueles com maior teor de água pode significar uma exposição maior na secagem e, conseqüentemente, removendo mais água.

As amostras das regiões estudadas variaram entre 19,94 a 27,43% de teor óleo. Esta variação, provavelmente, deve-se as diferentes variedades de grãos presentes nas amostras cultivadas nas diferentes regiões. Pode-se inferir que as amostras avaliadas tenham sido desenvolvidas para extração de óleo, pois as coletas foram realizadas em indústrias de processamento de óleo. Estes resultados estão em sua maioria próximos dos valores encontrados na literatura que avaliaram o teor de óleo de grãos de soja. Alves et al. (2011), relataram percentual semelhante à média geral obtida neste trabalho e também são semelhantes a outras pesquisas de outros autores (Vieira et al., 1999; Silva et al., 2006; Ciabotti et al., 2006; Brasil, 2007; Alencar et al., 2009).

Os dados obtidos para todas as regiões tiveram sensível variação do teor de proteína bruta, sendo de 30,76% para amostra 17 a única a apresentar diferença entre as demais, e de 33,00% para amostra 13 que apesar de ser o maior conteúdo, apresentou semelhança entre as outras amostras/regiões. As amostras 18 a 22 (Catalão) obtiveram os maiores valores. Destaca-se que os valores de proteínas foram inferiores aos relatados na literatura para grãos de soja conforme descrito por Sbardelotto & Leandro (2008) que apresentaram média acima de 37%, Callegari et al. (2011) de 44,50 % para a cultivar BRS 267. Entretanto, nota-se na Tabela 6 que Ciabotti et al. (2006) apresentaram resultados semelhantes, com média 32,77%.

Os teores de fibras das amostras representados na Tabela 6 estão de acordo com a literatura (Callegari et al., 2011; Silva et al. 2006). A amostra 5 obteve 5,70% sendo o menor valor, e 9,77% da amostra 15 o maior valor obtido nas avaliações do total da composição proximal. A região de Catalão (18, 19, 20, 21 e 22) apresentou os maiores valores os quais não apresentaram diferenças entre si e os valores ficaram entre 7,85 a 9,37%. Já as amostras de Morrinhos (6, 7, 12, 13, 14 e 15) apresentaram respectivamente, valores entre 5,88 a 9,77% com maior variação entre as regiões estudadas, no entanto, as amostras 13, 14 e 15 não se diferiram entre si e nem com a região de Catalão. Jataí (8, 9, 10 e 11) apresentou-se com valores entre 6,85 a 7,25%. A fibra bruta apresentou dentre as amostras a média obtida foi de

7,76%, estando abaixo do resultado relatado por Silva et al. (2006) que foi de 9,31%. No entanto, os percentuais encontrados estão de acordo com Ciabotti et al. (2006) de 7,56%.

Os teores de cinzas estão próximos aos apresentados na literatura, com valores semelhantes entre as regiões, porém com diferenças entre si, sendo Catalão entre 4,47 a 5,10%, Morrinhos de 4,29 a 4,67 e Jataí de 4,18 a 4,66%. Esses resultados corroboram aos obtidos por Callegari et al. (2011), com magnitudes entre 4,50 a 5,38% no teor de cinzas para soja. O teor de cinzas apresentou valor médio de 4,68% estando de acordo com resultados obtidos por Alves et al. (2011) e superior aos apresentados por Ciabotti et al. (2006).

A obtenção dos teores de carboidratos seguiu-se pelo cálculo de diferença e tiveram semelhanças entre si para a maioria. Os dados se apresentaram entre 15,46 (22) e 24,24 (1) de conteúdo de carboidratos e a amostra 22 (Catalão) mostrou-se com o menor valor, e a única com maior diferença de todas as amostras avaliadas. As amostras 15 (Morrinhos) e 17 (Água Bonita - MT) são semelhantes entre si, mas se diferiram entre as demais. Observa-se que mesmo com maior conteúdo de carboidratos, a amostra 1 (Edéia), se mostrou homogênea com a maioria das amostras e regiões avaliadas.

Callegari et al. (2011), obtiveram dados 21,54 a 24,12% de extrato não nitrogenado, e de acordo com os dados desta pesquisa, com exceção da amostra 22, são semelhantes. Alves et al. (2011) ao avaliarem o quantitativo de carboidratos encontraram valores superiores sendo que as diferentes variedades apontaram um valor mínimo de 24,39% diferentes do que obtido nesta pesquisa com o conteúdo de carboidratos totais de 20,62%, sendo valor calculado por diferença proximal.

A Tabela 6 apresenta alguns dados da literatura de pesquisas realizadas em grãos de soja.

Tabela 6. Composição proximal (% b.u.) dos grãos de soja de diferentes variedades expressos na literatura.

Composição proximal		Referência	Média (%)
Teor de água	-	9,56	5,90
Óleo	23,04	15,74	20,61
Proteína	39,52	32,77	40,88
Fibra bruta	5,75	7,56	-
Cinzas	5,41	3,64	5,63
Carboidratos	32,01	30,09	32,95

Fontes: Vieira et al. (1999); Ciabotti, et al. (2006); Alves, et al. (2012)

Os resultados descritos na Tabela 6, foram utilizados para comparação dos valores obtidos nesse trabalho, durante o decorrer de todo o texto eles são citados.

3.3 Qualidade do óleo de soja

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados da análise de variância do óleo de soja, para o índice de acidez (IA), índice de peróxido (IP), índice de iodo (II).

Tabela 7. Resumo da análise de variância com os valores do quadrado médio do índice de acidez (IA), índice de peróxido (IP), índice de iodo (II).

FV	GL	IA	IP	II
Amostra	21	0,0006**	0,065**	13,706**
Resíduo	44	0,00006	0,003	2,898
Total corrigido	65			
CV (%)		9,50	4,89	5,54
Média geral		0,08	1,18	30,72

Fonte: Autor (2020)

Os índices de acidez, peróxido e iodo apresentaram diferença entre as amostras analisadas. Os coeficientes de variação ficaram abaixo de 10%, com percentual mais elevado para o índice de acidez (Tabela 7). Os índices de acidez e de peróxidos estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, entretanto, o índice de iodo se mostrou com valores abaixo do recomendado.

Nota-se que o índice de acidez se apresentou com valores entre 0,19 a 0,35 mg KOH g óleo⁻¹, nas amostras 9 (Jataí), 7 (Morrinhos), 16 (Edeia), respectivamente, se diferenciando entre as demais. Esses valores estão de acordo com o estabelecido pela legislação internacional, de 0,6 mg KOH/g (Codex Alimentarius, 1999) indicando que o óleo não sofreu processo oxidativo, mantendo-se as características químicas necessárias para a boa qualidade, com os teores de ácidos graxos livres mínimos. Já as amostras 13, 14, 15 (Morrinhos), 19, 21 e 22 (Catalão) se mostraram semelhantes entre si e próximos aos dados obtidos das amostras 1 (Edeia), 6 (Morrinhos) e 18 (Catalão).

Quando se observa a acidez por região, ocorrem sensíveis variações. Jataí obteve dados entre 0,19 e 0,24 mg KOH g óleo⁻¹, Morrinhos 0,19 a 0,32 mg KOH g óleo⁻¹ como o

valor maior observado na amostra 13 e Catalão 0,22 e 0,29 mg KOH g óleo⁻¹, sendo a amostra 20 o valor mais alto para esta região.

De acordo com a Legislação Brasileira para óleos e gorduras, RDC 270 de 22 de setembro de 2005, o nível de acidez do óleo de soja refinado é de no máximo 0,6 mg KOH g⁻¹ (Brasil, 2005). Já a Instrução Normativa (IN) 49/2006 (Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Óleos Vegetais Refinados) expressa o valor $\leq 0,20$ mg KOH g⁻¹ (Brasil, 2006). Nota-se que independentemente dos resultados obtidos nas amostras, os valores estão inferiores aos limites das legislações.

4. Conclusões

As avaliações físico-químicas apresentaram-se dentro dos valores presentes na literatura. Os grãos de soja dos municípios estudados da região Centro-Oeste estão compatíveis com padrão de qualidade como produto ou subproduto.

A qualidade do óleo ficou evidenciada de forma positiva para o índice de acidez e peróxido estabelecendo-se dentro do padrão nacional e internacional. O índice de iodo apresentou o nível de absorção abaixo do que se preconiza o padrão de qualidade.

5. Agradecimentos

Ao IF Goiano, CAPES, FAPEG, FINEP, CNPq e Caramuru Alimentos S/A, pelo apoio financeiro indispensável para execução deste trabalho.

Referências

Alencar, Ernandes R. de, Faroni, Lêda R. D., Lacerda Filho, Adilio F., Peternelli, Luiz A., & Costa, André R. (2009). Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(5), 606-613.

Alves, F. P., Oliveira, M. A., Mandarino, J. M. G.; Benassi, V. T., Leite, R. S. & Seibel, N. F. (2011). Composição proximal de grãos de soja de oito diferentes cultivares. VI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja Resumos expandidos. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. Londrina, documentos 328, 7-9.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1995). Official methods of analysis. Arlington.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2000). Official methods of analysis. Arlington.

AOSA (1983). Association Os Official Seed Analystis –. Seed vigour testing handbook. East Lansing: AOSA, 93p.

Botelho, F. M., Granella, S. J., Botelho, S. de C. C., & Garcia, T. R. B. (2015). Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. *Revista Engenharia na Agricultura - Reveng*, 23(3), 212-219.

Brasil (2006). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 49, 2006. Regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinados. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

Brasil, (2005). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 270 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Óleos Vegetais, Gorduras Vegetais e Creme Vegetal. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

Brasil, (2007). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio. Regulamento Técnico da Soja. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

Brasil, (2009). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regras para Análise de Sementes. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

Callegari, F. L., Ciabotti, S., Sá, M. E. L. de., Garcia, D. de F., Pereira, R. E. M. & Santos, A. R. R. dos (2011). Avaliação da composição proximal e fatores antinutricionais de genótipos de soja nos estádios de maturação R6 e R8. *Enciclopédia Biosféra - Centro Científico Conhecer*. 7(12), 1.

Casé, F., Deliza, R., & Rosenthal, A. (2005). Produção de 'leite' de soja enriquecido com cálcio. *Food Science and Technology*, 25(1), 86-91.

Cella, R.C., Ferraz, Regitano-D'Arce, Marisa A.B., & Spoto, M.H.F. (2002). Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. *Food Science and Technology*, 22(2), 111-116.

Ciabotti, S., Barcellos, M.F.P., Mandarino, J.M.G., & Tarone, A.G. (2006). Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de Lipoxigenase. *Ciência e Agrotecnologia*, 30(5), 920-929.

Conab (2019). Acompanhamento Safra Brasileira de Grãos. Acesso em 8 de fevereiro, em file:///C:/Users/Adrielle/Downloads/BoletinsZGraoZsetembroZ-ZcompletoZ2019.pdf.

Costa, N. P., Mesquita, C. M., Maurina, A. C., França-Neto, J. B., Pereira, J. E., Bordignon, J. R., Krzyzanowski, F. C., & Henning, A. A. (2001). Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados do Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*, 23(1), 140-145.

Embrapa (1995). Calagem e Adubações - Centro de pesquisa agropecuária dos cerrados – CPAC: Serviço de Produção de Informação – SPI. Brasília, 11-16.

Furquim, L. C., Castro, C. F. S., Resende, O., Cabral, A. L., & Furquim Filho, C. S. (2014). Efeito da secagem e do armazenamento das sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) na qualidade do óleo. *Revista da Faculdade Evangélica de Goianésia*, 1(1), 51-70.

Hampton, J. G., Johnstone, K. A., & Eua-Umpon, V. (1992). Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. *Seed Science and Technology*, 20(3), 677-686.

Hsieh, C. C., Fernández-Tomé, S., & Hernández-Ledesma, B. (2016). Functionality of Soybean Compounds in the Oxidative Stress-Related Disorders. 10.1016/B978-0-12-805377-5.00027-8. IAL, (200 Osvaldo Resende – 00%8). *Métodos físico-químicos para análises de alimentos*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

Lantmann, A. F., Sfredo, G. J., Borkert, C. M., & Oliveira, M. C. N. de (1989). Resposta da Soja a Molibdênio em Diferentes Níveis de pH do Solo. Trabalho apresentado no XXI

Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, (13) 45-49, 1989.

Lin, C. Y., & Chiu, C. C. (2009). Effects of Oxidation during Long-term Storage on the Fuel Properties of Palm Oil-based Biodiesel. *Journal of Energy Fuels*, 23(6), 3285–3289.

Loeffler, T., Tekrony, D., & Egli, D. (1988). The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, 12(1), 37-53.

Lopes, M. A. S., Resende, O., Bessa, J. F.V., & Lima, R. R. (2005). Determinação das propriedades físicas de grãos de soja em diferentes proporções de impurezas e defeitos. IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano. 2 p.

Mariani, M., Oliveira, V. R., Faccin, R., Rios, A. O. de, & Venzke, J. G. (2015). Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. *Brazilian Journal of Food Technology*, 18(1), 70-78.

Mata, M. E. R. M. C., & Duarte, M. E. M. (2002). Porosidade intragranular de produtos agrícolas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 4(1), 79-93.

Moretto, E. F. R., Gonzaga, L.V., & Kuskoski, E. M. *Introdução à Ciência de Alimentos*. Editora da Ufsc, 2002.

Moura, N. C., Canniatti-Brazaca, S. G., & Souza, M. C. (2009). Características físicas de quatro cultivares de soja crua e submetidas a diferentes tratamentos térmicos. *Revista Alimentos e Nutrição*, 20(3), 383-388.

Paucar-Menacho, L. M., Silva, L. H. D., Barretto, P. A. D. A., Mazal, G., Fakhouri, F. M., Steel, C. J., & Collares-Queiroz, F. P. (2008). Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado proteico de soja e povidexose utilizando páprica como corante. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(4), 767-778.

Pires, J. L. F., Costa, J. A., & Thomas, A. L. (1998). Rendimento de grãos de soja influenciados pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. *Revista de Pesquisa Agropecuária*, 4(2), 183-188.

Sampaio, V. A. M. (2016). *Classificação de grãos passo a passo*. Editora: Aiba, Bahia.

Santos, W. F. dos., Peluzio, J. M., Afférri, F. S., Sodré, L. F., Santos, D. S. dos., & Farias, T. C. M. (2014). Variabilidade genética e eficiência de uso de nitrogênio em popula es de milho para teor de  leo. *Revista de Ciências Agrárias*, 57(3), 312-317.

Sbardelotto, A., & Leandro, G. V. (2008). Escolha de cultivares de soja com base na composi o química dos grãos como perspectiva para maximiza o dos lucros nas indústrias processadoras. *Revista Ciência Rural*, 38(3), 614-619.

Silva, M. S., Naves, M. M. V., Oliveira, R. B. de., & Leite, O. S. M. (2006). Avalia o química e biológica do resíduo de soja. *Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 3(26), 571-576.

Smaniotto, T. A. de S., Resende, O., Marçal, K. A. F., Oliveira, D. E. C. de, & Simon, G. A. (2014). Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condi es. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(4), 446-453.

Vieira, R. D., & Krzyzanowski, F. C. *Teste de condutividade elétrica*. In: Krzyzanowski, F. C, Vieira, R. D., & França Neto, J. B. (Eds.). Vigor de sementes: Conceitos e testes. Londrina, 1999.

Porcentagem de contribui o de cada autor no manuscrito

Rosana Maria Pereira Silva – 20%

Oswaldo Resende – 20%

Jaqueline Ferreira Vieira Bessa – 15%

Amaury de Macedo Silva – 15%

L gia Campos de Moura Silva – 10%

Larissa Oliveira Fernandes – 10%

Adrielle Borges de Almeida – 10%