

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

MILENA BIANCA MORAIS DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE SOJA BRS 232
DE DIFERENTES SAFRAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2021

MILENA BIANCA MORAIS DOS SANTOS

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE SOJA BRS 232 DE DIFERENTES SAFRAS

**Chemical and technological characterization of BRS 232 soybean from
different crops**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR campus Londrina.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Neusa Fátima Seibel

LONDRINA
2021



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es).

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE SOJA BRS 232 DE DIFERENTES SAFRAS

MILENA BIANCA MORAIS DOS SANTOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 11 de maio de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos e foi avaliado pelos seguintes professores:

Dr^a. Neusa Fátima Seibel
Professora Orientadora

Msc. Juliany Piazzon Gomes
Professor Avaliador 1

Dr. Paulo de Tarso Carvalho
Professor Avaliador 2

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus e ao Todo por ter me dado o que precisava para aperfeiçoar minha sabedoria, saúde e força.

Um agradecimento especial a mim por ter tido resiliência para lidar com as adversidades.

À UTFPR por proporcionar um aprendizado de qualidade para aplicação neste trabalho.

À minha orientadora Prof.^a Dr^a Neusa Seibel, por incentivar a organização através da minha participação no grupo PET, pelo suporte, correções e dicas.

Às minhas amigas Dâmaris e Nathalia que estiveram comigo a todo momento.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta etapa.

E ao labmulti-Id que cedeu o espaço para a realização de algumas análises.

RESUMO

A soja [*Glycinemax(L.) Merrill*] é o principal grão cultivado anualmente no Brasil e faz parte do conjunto de culturas agrícolas com maior destaque no mercado mundial devido ao seu potencial produtivo, sua composição química e valor nutritivo que confere a multiplicidade de aplicações na alimentação humana e animal. A soja é influenciada por inúmeros fatores intrínsecos e extrínsecos ao longo de seu ciclo cultural e também durante o armazenamento. Durante a etapa de armazenagem os grãos podem sofrer alterações em sua composição em razão do ambiente de estocagem. O objetivo do trabalho foi avaliar e comparar a composição proximal e os aspectos tecno-funcionais dos grãos de soja da cultivar BRS 232 oriundos de diferentes safras. Os grãos das safras 2015/16, 2016/17, 2018/19 e 2019/20 foram doados pela EMBRAPA Soja, os quais foram cultivados em Ponta Grossa/PR, estavam armazenados em câmara fria ($\pm 7^{\circ}\text{C}$) até o momento das análises. A composição proximal mostrou que o nutriente majoritário são as proteínas ($\sim 36\%$), seguido dos carboidratos ($\sim 28\%$) e lipídios ($\sim 21\%$). O teor de cinzas foi de 5% e a umidade ($\sim 9\%$) estava adequada para grãos que são estocados por mais de um ano. Os grãos das safras analisadas não apresentaram diferença significativa para o volume de intumescimento ($\sim 4\text{mL.g}^{-1}$). Os grãos de soja da safra 2015/16 apresentaram o maior IAA e o menor IAO, quando comparados com as demais amostras, provavelmente pelas alterações que podem acontecer durante o armazenamento dos grãos por longos períodos, já que esta era a amostra com maior tempo de estocagem. Estes grãos também apresentaram a maior densidade, diferindo dos demais. A análise de difração de raios X apresentou um pico de alta intensidade em torno do ângulo 2θ igual a 20° em todas as amostras, indicando a região cristalina, e um pico em 35° só não foi visualizado na amostra com menor tempo de estocagem (safra 2019/20), sugerindo que o armazenamento provoca alterações na cristalinidade dos grãos. Esses picos representam principalmente a celulose oriunda da casca, já que os grãos de soja foram triturados integralmente e pode-se dizer que o material é majoritariamente amorfo. A luminosidade apresentou valor intermediário (~ 57) e o parâmetro b^* (~ 26) apresentou cor amarela, em ambos não houve diferença significativa, já a coordenada a^* indicou a cor vermelha dos grãos, variando de 5,47 a 8,02, apresentando diferença estatística entre as amostras analisadas.

Palavras-chave: *Glycinemax* (L.) Merrill. Composição proximal. Análises tecno-funcional. DRX. Cor.

ABSTRACT

Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] is the grain of greatest emphasis grown annually and is part of the set of agricultural crops with greater prominence in the world market due to its productive potential, its chemical composition and nutritional value that gives it a multiplicity of applications in human and animal nutrition. Soybean is influenced by numerous intrinsic and extrinsic factors throughout its cultural cycle and also during storage. During the storage stage, which begins in the post-harvest and goes through the industrialization process, the grains may undergo changes in their composition due to the storage environment. The objective of the work was to evaluate and compare the proximal composition and the techno-functional aspects of soybeans from cultivar BRS 232 from different harvests. The grains from the 2015/16, 2016/17, 2018/19 and 2019/20 harvests were donated by EMBRAPA Soja, which were grown in Ponta Grossa / PR, and were stored in a cold chamber ($\pm 7^{\circ}\text{C}$) until the time of analysis. The proximal composition showed that the major nutrient is protein ($\sim 36\%$), followed by carbohydrates ($\sim 28\%$) and lipids ($\sim 21\%$), the ash content was 5% and moisture ($\sim 9\%$) it was suitable for grains that are stored for more than a year. The grains of the analyzed crops did not show any significant difference for the swelling volume ($\sim 4\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$). The soybeans of the 2015/16 crop showed the highest AAI and the lowest OAI, when compared to the other samples, probably due to the changes that can happen during the storage of the grains for long periods, since this was the sample with the longest storage. These grains also showed the highest density, differing from the others. The X-ray diffraction analysis showed a high intensity peak around the 2θ angle equal to 20° in all samples, indicating the crystalline region, and a peak at 35° was not seen in the sample with the shortest storage time (harvest 2019/20), suggesting that storage causes changes in the crystallinity of the grains. These peaks mainly represent cellulose from the hull, since the soybeans were completely crushed and it can be said that the material is mostly amorphous. The luminosity showed an intermediate value (~ 57) and the parameter b^* (~ 26) showed yellow color, in both there was no significant difference, since the coordinate a^* indicated the red color of the grains, varying from 5.47 to 8.02, showing statistical difference between the analyzed samples.

Keywords: *Glycinemax* (L.) Merrill. Proximal composition. Techno-functional analysis. XRD. Color.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1:	17
Equação 2:	16
Equação 3:	17
Equação 4:	17
Equação 5:	17
Equação 6:	19

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Gráfico de espaço de cor CIELAB.....	22
Figura 2. Difratoograma de raios X na soja BRS232 safra 2015/2016.....	23
Figura 3. Difratoograma de raios X na soja BRS232 safra 2016/2017.....	24
Figura 4. Difratoograma de raios X na soja BRS232 safra 2018/2019.....	25
Figura 5. Difratoograma de raios X na soja BRS232 safra 2019/2020.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição proximal dos grãos de soja oriundos de diferentes safras....	23
Tabela 2. Propriedades tecnológicas dos grãos de soja de diferentes safras.....	22
Tabela 3. Análise da cor dos grãos de soja de diferentes safras.	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO.....	10
2.1.	Objetivos específicos	10
3	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1.	Soja.....	10
3.2.	Armazenamento	12
3.3.	Composição Química	12
3.4.	Propriedade Tecno-Funcional	13
3.5.	Difração de Raio-X.....	14
3.6.	Cor	14
4	METODOLOGIA.....	15
4.1.	Composição Química	15
4.1.1.	Umidade.....	16
4.1.2.	Cinzas	16
4.1.3.	Proteínas.....	16
4.1.4.	Lipídios.....	17
4.1.5.	Carboidratos.....	17
4.2.	Análises Tecno-Funcionais	18
4.2.1.	Volume de Intumescimento (V.I).....	18
4.2.2.	Índice de Absorção De Água (IAA)	18
4.2.3.	Índice de Absorção De Óleo (IAO).....	18
4.2.4.	Densidade	19
4.3.	Análise de Difração de Raio-X (DRX)	19
4.4.	Análise de cor	19
4.5.	Análise dos Dados	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5.1.	Composição Química	20
5.2.	Análises Tecno-Funcionais	22
5.3.	Difração de Raios-X.....	23
5.4.	Cor	26
6	CONCLUSÃO.....	27
	REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é um dos grãos de maior importância cultivado anualmente no Brasil e faz parte do conjunto de culturas agrícolas com maior destaque no mercado mundial devido ao seu potencial produtivo. Sua composição química e valor nutritivo lhe confere multiplicidade de aplicações na alimentação humana e animal (SEGATELLI, 2008).

Nas exportações brasileiras, é o produto de maior destaque, seus grãos são utilizados como fonte de proteína vegetal e para a produção de óleos, representando de 20 a 24% de todos os óleos e gorduras consumidos no mundo (LANDAU, 2020; CAVALCANTE et al., 2011). A exportação brasileira corresponde em média atualmente 62,4% de soja em grão, 23,6% do farelo de soja e 14% do óleo de soja na exportação mundial (RHODEN, 2020). No Brasil, a safra 2019/20 de soja ocupou cerca de 36,9 milhões de hectares plantados correspondendo a 58,3% da área total cultivada do país, que é de 63,2 milhões de hectares (EMBRAPA, 2020; IBGE, 2020)

No consumo interno o grão é utilizado como matéria-prima, cerca de 90% dos grãos geram farelo e óleo de soja em uma proporção próxima a 80/20. Assim, o principal produto gerado nesse processo será o farelo de soja, que, junto ao milho, constituirá matéria-prima essencial para a produção de ração (HIRAKURI, 2014). Já o óleo tem sua parcela de importância no setor alimentício, sendo a base para produção de gorduras vegetais, molhos, óleo refinado, maionese, margarinas e outros alimentos, como também é empregado na produção industrial de tintas, lubrificantes, solventes, plásticos, resinas e até mesmo do biodiesel (SEIBEL, 2018; MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015).

A produção e qualidade da soja é influenciada por inúmeros fatores ao longo de seu ciclo cultural, promovendo variações no rendimento e afetando outras características agronômicas. Seu cultivo em determinada época do ano pode expor as plantas ao estresse ambiental, em uma fase específica ou até mesmo durante vários estágios vegetativos e/ ou reprodutivos, modificando sua composição química podendo influenciar nos teores proteicos e lipídicos (PEIXOTO et al, 2010; ALBRECHT et al., 2008).

Apesar de toda a tecnologia disponível à agricultura brasileira, durante o armazenamento, a massa de grãos é constantemente submetida a fatores intrínsecos

e extrínsecos. Durante a etapa de armazenagem os grãos podem sofrer alterações em sua composição em razão das condições de estocagem (ALENCAR et al, 2008).

O conhecimento das características dos grãos de soja é de suma importância para a utilização posterior, seja na forma de farinhas e concentrados ou na elaboração de derivados, como extrato, tofu e *okara*. A composição proximal revela a quantidade de macro nutrientes, essenciais na alimentação humana, já as propriedades tecnofuncionais ajudam a expressar o comportamento desse ingrediente na elaboração de alimentos.

2 OBJETIVO

Avaliar e comparar a composição proximal e os aspectos tecno-funcionais dos grãos de soja da cultivar BRS 232 oriundos de diferentes safras.

2.1. Objetivos específicos

- Quantificar concentração de cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos de grãos de soja de diferentes safras;
- Quantificar a variabilidade no volume de intumescimento, índice de absorção de água e de óleo e densidade de grãos de soja de diferentes safras;
- Analisar a cristalinidade dos grãos por Difração de Raio-X (DRX);
- Avaliar a cor dos grãos de soja.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Soja

A soja é uma planta herbácea pertencente à família *Leguminosa*, subfamília *Papilionoideae*, gênero *Glycine* L., originária da China há 5.000 anos, sendo utilizada em diversos tipos de alimentos. O processamento do grão foi se desenvolvendo e se disseminando em diversos países vizinhos, surgindo novos produtos que foram incorporados à cultura e tradição dessas regiões. Passando por muitas modificações, tanto naturais quanto tecnológicas, a evolução da cultura resultou em aumento de produção em diversos países ocidentais (SEIBEL, 2018). É a principal oleaginosa produzida no mundo e ocupa lugar de destaque, também como fonte de proteína para muitos povos, sejam eles pertencentes a países pobres, emergentes ou desenvolvidos (CONAB, 2021).

Durante a pós-colheita, a maior parte dos grãos de cereais e leguminosas passam por uma série de etapas como secagem, armazenagem e processamento. Na indústria oleaginosa os grãos passam por um período relativamente longo de armazenamento, compensando a sazonalidade entre safras para que não ocorra falta de matéria-prima para obtenção de seus subprodutos. Quando os grãos são armazenados em más condições, podem ocorrer problemas, tais como: aquecimento dos grãos chegando até a carbonização caso estejam com umidade acima da crítica (13°C) e modificações sensoriais, influenciando no sabor e no aroma dos farelos e óleos produzidos. Saber identificar e quantificar o processo deteriorativo ou de perda de qualidade em grãos, é muito importante devido à necessidade do armazenamento por longos períodos destes produtos, já que se costuma armazená-los de um ano para o outro. O tempo de armazenamento seguro é dependente da relação quantitativa entre taxa de deterioração, qualidade inicial e as condições de armazenagem dos grãos (SCHULTZ et al., 2013; ALENCAR, 2006; ARAUJO, 2014).

Embora o ser humano possa consumir a soja em grão, a maior parte dela é esmagada para produzir farelo, bem como óleo vegetal e seus subprodutos como a lecitina, que é um emulsionante natural (WWF, 2014). Segundo Poysa; Woodrow; Yu (2006) o grão de soja é constituído de 20% de óleo e 40% de proteínas, 15% de umidade, 35% carboidratos e 5% minerais. Essa composição varia conforme a

genética e as condições ambientais, ocasionando variações no rendimento industrial (SBARDELOTTOI e LEANDRO, 2008).

Segundo Seibel (2018), o teor de proteínas encontrado na soja é considerado superior em qualidade quando comparado com proteínas de outras fontes vegetais, por sua composição quantitativa de aminoácidos essenciais e ao ótimo equilíbrio nutricional destes, apresentam também uma parcela de sua composição em lipídeos, 86% deles são ácidos graxos insaturados e, 60% do total são essenciais. Os carboidratos dessa leguminosa são uma mistura de glicose, frutose e sacarose, fibras e oligossacarídeos. As vitaminas e os minerais são a menor parcela de nutrientes encontrados no grão de soja, ainda assim, é fonte de vitaminas do complexo B (exceto a B12), sódio e potássio.

3.2. Armazenamento

Após a colheita, os grãos de soja são utilizados em inúmeros setores agroindustriais, por isso é necessário armazenamento adequado, para garantir a disponibilidade de matéria-prima de qualidade na entressafra. A principal preocupação dos produtores é quanto a conservação dos grãos, pois, durante a colheita eles não apresentam condições ideais para o armazenamento (AGROMOVE, 2021). De acordo com Lima et al. (2013), os grãos de soja apresentam alto índice de umidade após serem colhidos, fazendo-se assim a necessidade de se realizar um processo de secagem antes de seu armazenamento.

Características como a composição centesimal, coloração e aspectos relativos à qualidade de seus derivados são importantes. Por este motivo avaliações referentes à matéria seca, cor, teor de proteína bruta e de lipídios se fazem necessárias. O índice deteriorativo dos grãos depende da taxa de variação dos compostos que são diretamente afetados pela temperatura, umidade dos grãos, umidade relativa do ar, atmosfera de armazenamento, teor de impurezas, teor de grãos quebrados, presença de micro-organismos, insetos, ácaros e tempo de armazenamento, podendo provocar perdas qualitativas e quantitativas nos grãos de soja (AZEVEDO et al. 2008).

Segundo Lima et al. (2013), na área de armazenamento e conservação de grãos é de suma importância o processo de secagem até a diminuição da umidade para um nível adequado para a armazenagem (entre 11 e 14%).

3.3. Composição Química

Segundo Dias et al. (2019), a composição do grão de soja depende de fatores genéticos como o tipo de cultivar e ambientais como localização geográfica e época de semeadura. Em geral, o grão da soja é constituído de 8% de casca, 90% cotilédone e 2% hipocótilo, sendo que os cotilédones contêm a maioria dos lipídios e proteínas (LIU, 1999).

Para a agroindústria da soja, o interesse é focado na obtenção de proteínas e óleo, sendo os demais componentes importantes em relação ao consumo do grão inteiro. Um grão típico da cultivar BRS 232 contém cerca de 40% de proteínas, 20% de lipídios, 30% de carboidratos, 5% de umidade e cerca de 5% de cinzas (NÚCLEO, 2006; ALVES et al., 2011).

Segundo Pires et al. (2006), as proteínas presentes no grão de soja são ricas nos aminoácidos essenciais. Com base nos padrões de solubilidade, as proteínas das sementes de soja são divididas em albuminas e globulinas, onde, albuminas são solúveis em água, enquanto globulinas são solúveis em solução salina (LIU, 2016). Do ponto de vista nutricional as proteínas da soja são as únicas do reino vegetal com possibilidade de substituir as proteínas animais (Dias et al. 2019).

A soja possui 18 a 22% de óleo, sendo 15% de ácidos graxos saturados e 85% de ácidos graxos insaturados. Os lipídeos não formam interação com a água, e esta pode promover hidrólise das ligações ésteres, liberando ácidos graxos e participando das reações de rancificação. Por isso, quanto maior for a quantidade de lipídeos no grão, menor deve ser o teor de água no armazenamento. A correlação entre o teor de proteínas e lipídeos é sempre negativa, pois à medida que se aumenta o teor de proteínas, o teor de óleo é reduzido, e vice-versa (PENALVO et al, 2004; MORAES et al, 2006).

Segundo Weber (2005), não é possível que haja o armazenamento sem haver o rebaixamento da umidade original da colheita para um nível de umidade segura, sendo o recomendado nos períodos de até 1 ano de armazenamento, o teor de umidade menor que 11% e nos períodos de armazenamento maiores que 1 ano, entre 9% e 10%.

As cinzas em alimentos se referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão, basicamente, micro e macronutrientes, que desempenham inúmeras funções corporais. Os grãos de soja

tendem a possuir de 4 a 6,5% de cinzas, dependendo de sua cultivar, com predominância de: magnésio, fósforo, cálcio, enxofre, cloretos e sódio. Os micronutrientes incluem: ferro, zinco, silício, cobre, manganês, molibdênio, flúor, cromo, selênio, cobalto, cádmio, chumbo, arsênio, mercúrio e iodo (LIU, 1999; ALVES et al., 2011).

3.4. Propriedade Tecno-Funcional

As propriedades funcionais tecnológicas são propriedades de um ingrediente, não diretamente relacionadas aos seus fatores nutricionais, mas são propriedades que influenciam na aparência física do alimento e no seu comportamento influenciando o seu consumo. Possuem um importante papel físico na preparação, processamento ou estocagem dos alimentos. As propriedades dos componentes alimentares estão relacionadas com: capacidade de hidratação; propriedades relacionadas com tamanho e forma; e propriedades de superfície das moléculas (SANTANA; FILHO; EGEEA, 2017; SEIBEL; BELÉIA, 2009; GONÇALVES et al., 2014).

Dentro dos aspectos funcionais, as proteínas de soja são as mais estudadas devido a sua solubilidade, pois esta influencia em outras propriedades, tais como: gelificação, capacidade espumante, emulsificante e textura (@LIMENTUS, 2021; CALLOU, 2015). Assim, essas proteínas podem ser usadas em vários alimentos, tais como produtos lácteos, massas e suplementos, devido às suas propriedades nutricionais e bioativas (POHNDORF; OLIVEIRA; ELIAS 2017).

3.5. Difração de Raio-X

Utilizada desde o século XX para identificação e determinação da estrutura de substâncias cristalinas, sejam orgânicas ou inorgânicas, a difratometria de raios-X (DRX) caracteriza a mineralogia de materiais que possuem constituintes cristalinos presentes nas frações granulométricas mais finas da amostra (CALDERANO; DUARTE; GREGORIS, 2017). Segundo Klemm et al. (2005), a difração de raios-X é capaz de analisar a estrutura da celulose.

Esta técnica consiste em bombardear uma amostra com um feixe monocromático de raios X. Ao incidir na amostra, o feixe é difratado em cada plano

cristalino, provocando interferência, detectado pelo contador de radiação e traduzida em sinal eletrônico (LUZ et al., 2010).

A casca de soja representa entre 8 e 10% em massa do grão e é um dos mais abundantes resíduos da agroindústria mundial. Alguns trabalhos foram publicados com objetivo de melhor aproveitar a casca de soja, como por exemplo, para utilização em produtos petroquímicos podendo proporcionar benefícios tecnológicos, econômicos e ambientais ao país (CASSALES et al., 2011; NETO, 2012).

3.6. Cor

Nos produtos agrícolas um dos mais importantes atributos é a cor, visto que é ela que indica a qualidade dos frutos e grãos e muitas vezes determina o valor comercial. Pode-se definir a cor como propriedade dos corpos em absorver e refletir luz (EMBRAPA, 2019).

A cor dos grãos de soja, de acordo com Sinclair (1992), tem sido usada como indicador de qualidade, sendo a descoloração um indicativo de alterações físicas químicas, presenças de metabólitos ou outras características desfavoráveis. Segundo este autor, alteração na cor dos grãos de soja, são causadas, principalmente, por microrganismos, embora mudanças nas condições climáticas possam intensificar ou afetar na coloração, não sendo esta, a principal causa do problema. Nos Estados Unidos são estabelecidos limites máximos na classificação de soja com colorações distintas da cor amarela que é predominante, podendo ser coloração verde, preta, marrom ou bicolor (USDA, 2021).

Segundo Ortolan et al. (2010), a alteração da cor resulta da oxidação natural dos pigmentos, sendo sua intensidade dependente do tempo e das condições de armazenagem. De acordo com Alencar (2009), a mudança nos grãos de soja está relacionada com a umidade, ao escurecimento do produto e o desenvolvimento de fungos.

4 METODOLOGIA

Trata-se de uma análise dispondo de dados quantitativos que envolvem caracterização química e tecno-funcional de diferentes safras de soja. A soja (*Glycine max L. Merril*) utilizada foi da variedade BRS 232, das safras 2015/16, 2016/17, 2018/19 e 2019/20 doadas pela EMBRAPA Soja, cultivadas em Ponta Grossa/PR e armazenadas em câmara fria ($\pm 7^{\circ}\text{C}$). Os reagentes utilizados para as análises foram de grau de pureza analítica (PA), todos adquiridos no comércio local de Londrina. Os grãos foram moídos em moedor de café e peneirados em tamis 40 *mesh*, todas as análises foram executadas em triplicata. O experimento foi realizado nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina.

4.1. Composição Química

A composição química foi determinada pela metodologia descrita na A.O.A.C (2010) e os carboidratos foram quantificados por diferença.

4.1.1. Umidade

Para a determinação de umidade, foi pesado aproximadamente 2g de amostra triturada em cápsula de porcelana previamente seca em estufa por 3 horas a 105°C e tarada em balança analítica, em seguida as amostras foram dispostas em estufa por 5 horas com circulação de ar a 105°C e após este período, as cápsulas foram mantidas em dessecador até atingir temperatura ambiente para posterior pesagem e cálculo utilizando a Equação 1:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{\text{massa da cápsula final} - \text{massa cápsula inicial}}{\text{peso da amostra}} \times 100\% \quad (1)$$

4.1.2. Cinzas

Foram pesadas em triplicata, 3g de amostra em cadinhos de porcelana previamente secos em mufla a 550°C por 1 hora e tarados em balança analítica. As amostras inicialmente foram carbonizadas em bico de Bunsen e em seguida

incineradas em mufla a 550°C no período de 5 horas, até que as cinzas ficassem ligeiramente acinzentadas. Após a temperatura da mufla diminuir para 80°C, os cadinhos foram retirados e dispostos em dessecador até que atingissem temperatura ambiente para nova pesagem e posterior cálculos. Para esta quantificação foi utilizada a Equação 2:

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{\text{massa do cadinho final} - \text{massa do cadinho inicial}}{\text{peso da amostra}} \times 100 \quad (2)$$

4.1.3. Proteínas

Esta determinação ocorreu em triplicata passando por 3 etapas: digestão, destilação e titulação.

Digestão: para cada tubo de borossilicato, foi pesado 0,2g de amostra e foi adicionado 1g de catalisador e 5mL de ácido sulfúrico, em seguida, os tubos foram dispostos no bloco digestor frio e sua temperatura foi aumentada até 400°C, até que as amostras ficassem completamente transparentes.

Destilação: Os tubos com amostra digeridas foram conectadas ao equipamento e foi adicionado NaOH (50%) até atingir a coloração marrom escura. Em um Erlenmeyer de 125mL foi adicionado 10mL de ácido bórico 2% e 5 gotas de indicador verde de bromocresol e em seguida foi acoplado ao equipamento para coleta do destilado (possuindo cor azul escura).

Titulação: 50mL da amostra destilada foi coletada e titulada com ácido clorídrico 0,1M (previamente determinado o fator de correção) até a viragem de cor de azul escuro para amarelo. Para calcular a porcentagem de proteínas, foi utilizada a Equação 3:

$$\% \text{ proteínas} = \frac{V \times M \times F \times 0,014 \times 6,25 \times 100}{\text{peso da amostra}} \quad (3)$$

V= volume gasto de ácido na titulação

M= molaridade de ácido

F= fator de correção

4.1.4. Lipídios

O método utilizado foi o de Soxhlet, foram pesados 2g de amostra triturada e peneirada em tâmis 40 *mesh* disposta em papel filtro para secagem em estufa por 3 horas a 105°C juntamente com balões volumétricos. Após a montagem do extrator, foi adicionado o volume do solvente hexano suficiente para obter refluxo, e em aproximadamente 6 horas os lipídios das amostras foram extraídos. Para calcular a porcentagem de lipídios foi utilizada Equação 4:

$$\% \text{ lipídios} = \frac{(\text{massa balão depois da estufa} - \text{massa balão inicial})}{\text{peso da amostra}} \times 100 \quad (4)$$

4.1.5. Carboidratos

A quantidade de carboidratos foi determinada por diferença conforme a Equação 5:

$$\% \text{ carboidratos} = 100 - [\% \text{umidade} + \% \text{cinzas} + \% \text{lipídios} + \% \text{proteínas}] \times 100 \quad (5)$$

4.2. Análises Tecno-Funcionais

As propriedades tecnológicas avaliadas foram: volume de intumescimento, índice de absorção de água, índice de solubilidade em água e índice de absorção de óleo segundo Seibel e Beléia (2009). A análise de densidade foi determinada diretamente através da razão peso e volume, expressa em g.mL⁻¹.

4.2.1. Volume de Intumescimento (V.I)

Aproximadamente 1g de amostra triturada e homogeneizada foi misturada com 30mL de água destilada em uma proveta de 100mL contendo uma barra magnética. A proveta foi disposta em agitador magnético TE-084 Tecnal por 2 horas. Após

deixado em repouso para decantação, o volume ocupado pela amostra na proveta foi denominado volume de intumescimento e expresso em mL.g⁻¹ de matéria seca.

4.2.2. Índice de Absorção De Água (IAA)

Foi pesado 1g de grão triturado em tubos tipo Falcon previamente pesados e adicionado 30mL de água destilada, em seguida foram dispostos em agitador horizontal (shaker – banho metabólico tipo Dubnoff) Marconi MA830/A (60 rpm em temperatura ambiente) por 2 horas sob agitação contínua e em seguida centrifugados por 30 minutos em centrífuga Biomax à 3600 rpm, programado na velocidade 4 e o sedimento úmido pesado. Através da razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca, foi obtido o IAA, expresso em gramas de água absorvida/grama de matéria seca.

4.2.3. Índice de Absorção De Óleo (IAO)

Foi pesado 1g de amostra em tubos tipo Falcon previamente pesados e adicionado 30mL de óleo de soja comercial, em seguida foram dispostos em agitador horizontal (shaker – banho metabólico tipo Dubnoff) Marconi MA830/A (60 rpm em temperatura ambiente) por 2 horas sob agitação contínua e em seguida centrifugados por 30 minutos em centrífuga Biomax à 3600 rpm, programado na velocidade 4. O sobrenadante de cada tubo foi descartado e o sedimento úmido pesado. Através da razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca, foi obtido o IAO, expresso em gramas de óleo absorvido/grama de matéria seca.

4.2.4. Densidade

Em uma balança analítica, uma proveta de 25mL foi tarada e foi adicionada amostra triturada até sua marca de 10mL. A densidade foi calculada pela razão de peso e volume e expressa em g/mL, dada pela Equação 6:

$$Densidade = \frac{massa (g)}{volume (mL)}$$

4.3. Análise de Difração de Raio-X (DRX)

A análise DRX foi realizada no equipamento de bancada D2 Phaser da Bruker (tubo com ânodo de cobre com linha de emissão característica de $1,54 \text{ \AA} / 8,047 \text{ keV}$ (Cu-K α 1), potência máxima de 300W, alinhamento goniométrico automático com precisão de $\pm 0.02^\circ$). As amostras foram prensadas no porta-amostra para a análise. Foi utilizada valores de 2θ de 5° a 70° com passo de $0,0166^\circ$ por 1 segundo de fonte de radiação.

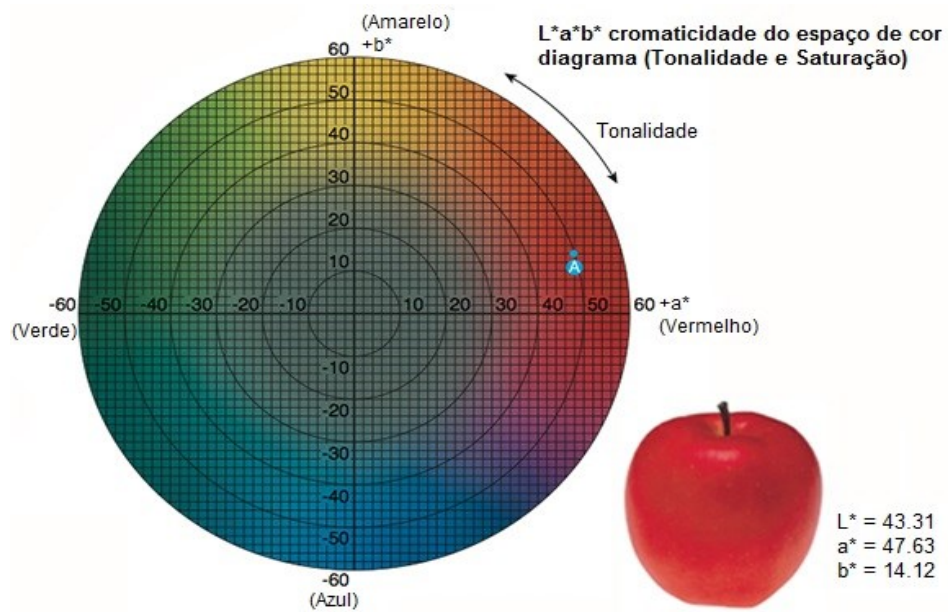
4.4. Análise de cor

A análise de cor foi realizada utilizando um colorímetro digital (KONICA MINOLTA – Chroma Meter CR-400) em três pontos diferentes de cada amostra, em triplicata.

O sistema de avaliação utilizado foi o CIELAB da Commission Internationale de l'Eclairage, que utiliza a avaliação do espaço de cor $L^*a^*b^*$, que correlaciona os valores de cor com a percepção visual. Para que a cor avaliada seja precisa, é necessário a ordenação em termos de tonalidade, luminosidade e saturação, através de escalas (KONICA MINOLTA, 2021).

O eixo L^* representa a luminosidade, que varia do nível 0 (preto) ao 100 (branco). O eixo a^* representa a coordenada vermelho/verde, variando de $+a$ (vermelho) até $-a$ (verde). E o eixo b^* representa a coordenada amarelo/azul que varia de $+b$ (amarelo) a $-b$ (azul) (KONICA MINOLTA, 2018; PUC RIO, 2018). A Figura 1 mostra ilustrativamente onde se encaixam os eixos em um gráfico de colorimetria.

Figura 1. Gráfico de espaço de cor CIELAB.



Fonte: Konica Minolta (2021)

4.5. Análise dos Dados

Os dados obtidos foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%, com auxílio do software *Statistica 10.0*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Composição Química

Analisando os dados da composição proximal dos grãos de soja (Tabela 1) pode-se observar que os teores de cinzas e proteínas das quatro safras de soja estudadas, diferiram entre si, enquanto os de umidade, lipídios não apresentaram diferenças estatísticas.

Tabela 1. Composição proximal dos grãos de soja oriundos de diferentes safras

Safra	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Carboidratos* (%)
2015/16	9,51±0,01 ^a	5,01±0,01 ^{ab}	36,18±0,01 ^{ab}	20,57±0,01 ^a	28,73
2016/17	9,53±0,01 ^a	5,00±0,01 ^b	36,85±0,01 ^a	20,80±0,01 ^a	27,82
2018/19	9,60±0,01 ^a	5,06±0,01 ^a	35,81±0,01 ^b	21,18±0,01 ^a	28,35
2019/20	9,68±0,01 ^a	5,00±0,01 ^b	35,62±0,01 ^b	21,71±0,01 ^a	27,99

Média de triplicata, em base seca, ± desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

*calculados por diferença

O teor de umidade das quatro safras estudadas (9,5%) próximo ao valor encontrado por Benassi, Benassi e Prudencio (2011) de 9,81 na mesma cultivar. Estas autoras e Weber (2005) corroboram ao relatar que para o armazenamento superior a um ano ser seguro, a umidade dos grãos deve estar entre 9% e 10%.

A quantificação de cinzas dos grãos foram 5,01% (2015/16), 5,06% (2018/19) e 5,00% (2016/17 e 2019/20), valores próximos ao encontrado por Alves et al. (2011) de 5,47% na mesma cultivar, entretanto, inferior à encontrada por Benassi, Benassi e Prudencio (2011) que obteve 6,63% de teor de cinzas, e foi superior ao da soja convencional analisada por Alezandro et al. (2008), que encontraram 3,8%.

Os grãos das safras 15/16, 16/17, 18/19 e 19/20 apresentaram teor de proteínas de 36,18%, 36,85%, 35,81% e 35,62% respectivamente, e foram abaixo do encontrado na cultivar BRS 232 por Alves et al. (2011) e por Benassi, Benassi e Prudencio (2011) sendo 40,99% e 39,61%.

Os teores de lipídios não diferiram significativamente entre si e foram muito próximos aos determinados por Benassi, Benassi e Prudencio (2011) e Alves et al.

(2011) para a mesma cultivar sendo 21,25% e 20,72% respectivamente. Seibel et al. (2013) encontrou na cultivar BRS 213 21,86%.

Alves et al. (2011), encontraram teor de carboidratos na cultivar BRS 232 (27,13%) muito próximo aos obtidos para as safras estudadas, contudo, para a mesma cultivar, os valores encontrados por Benassi, Benassi e Prudencio (2011) foram superiores, sendo 32,51%.

5.2. Análises Tecno-Funcionais

As propriedades tecnológicas dos grãos de soja das safras estudadas foram avaliadas utilizando as análises de volume de intumescimento (VI), índice de absorção de água (IAA), índice de absorção de óleo (IAO) e densidade (Tabela 2). Todas as análises das diferentes amostras, com exceção do V.I apresentaram diferença estatística.

Tabela 2. Propriedades tecnológicas dos grãos de soja de diferentes safras

Safra	V.I (mL.g ⁻¹)	IAA (g.g)	IAO (g.g)	Densidade (g.mL)
2015/16	4,17±0,19 ^a	4,08±0,04 ^a	2,42±0,05 ^b	0,43±0,01 ^a
2016/17	3,53±0,26 ^a	3,78±0,04 ^b	2,71±0,01 ^a	0,42±0,01 ^b
2018/19	4,18±0,20 ^a	3,23±0,04 ^c	2,69±0,04 ^a	0,42±0,01 ^b
2019/20	4,16±0,19 ^a	3,78±0,01 ^b	2,76±0,02 ^a	0,42±0,01 ^b

VI = Volume de Intumescimento (mL de água . g de amostra); IAA = índice de absorção de água (g de água absorvida . g de amostra); IAO = índice de absorção de óleo (g de óleo absorvido . g de amostra). Médias em triplicata ± desvio padrão.

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Os grãos das safras analisadas não apresentaram diferença significativa para o volume de intumescimento, sendo valores próximos aos encontrados por Gonçalves et al. (2014) de 4,12 mL.g⁻¹ na cultivar BMX Potência RR, entretanto, foram valores inferiores aos encontrados por Seibel e Beléia (2009) de 8,7 g.g⁻¹ para farinha de soja. Para o índice de absorção de água, as safras 2016/17 e 2019/20 não diferiram entre si (3,78 g.g⁻¹), os valores encontrados foram superiores aos encontrados por Gonçalves et al. (2014) de 2,75 g.g⁻¹ e próximo ao encontrado por Seibel e Beléia (2009) em farinha de soja de 3,8 g.g⁻¹. A capacidade de hidratação do grão é medida pelo IAA e pelo VI e diferentes resultados são obtidos ao se avaliar produtos iguais,

porque o VI é definido como a fixação espontânea de água e o IAA é determinado após o completo intumescimento da amostra e estima a quantidade de água retida na matriz, estes valores são correspondentes ao de fibra solúvel do grão (SEIBEL e BELÉIA, 2009).

O índice de absorção de óleo dos grãos de soja é devido à capacidade que as fibras insolúveis têm de absorver óleo. Somente a safra 2015/16 diferiu das demais, sendo $2,42 \text{ g.g}^{-1}$. As outras safras foram iguais entre si e próximas aos valores encontrados por Gonçalves et al (2014) de $2,60 \text{ g.g}^{-1}$ para a cultivar BMX Potência RR. Um baixo índice de absorção de óleo está associado à diminuição da absorção do colesterol, portanto estes produtos poderiam ser úteis na alimentação de pacientes hipercolesterolêmicos (SEIBEL e BELÉIA, 2009).

Os grãos de soja da safra 2015/16 apresentaram o maior IAA e o menor IAO, quando comparados com as demais amostras, provavelmente pelas alterações que podem acontecer durante o armazenamento dos grãos por longos períodos, já que esta era a amostra com maior tempo de estocagem. O IAA está relacionado com as frações hidrofílicas das moléculas, enquanto o IAO com as frações hidrofóbicas, as quais são dependentes da conformação molecular, tamanho das partículas e números de sítios de ligação das moléculas (SEIBEL e BELÉIA, 2009).

Os valores de densidade para safra 2015/16 ($0,43 \text{ g.mL}^{-1}$) diferiram significativamente das demais e foram inferiores ao determinado por Moura, Canniatti-Brazaca e Souza (2009) para BRS 212 ($1,11 \text{ g.mL}^{-1}$) em grãos inteiros. A menor densidade obtida pelas safras estudadas pode ser explicada pela análise ter sido feita com grãos triturados, podendo assim ter sido utilizado uma menor quantidade até que atingisse a marca de 10mL.

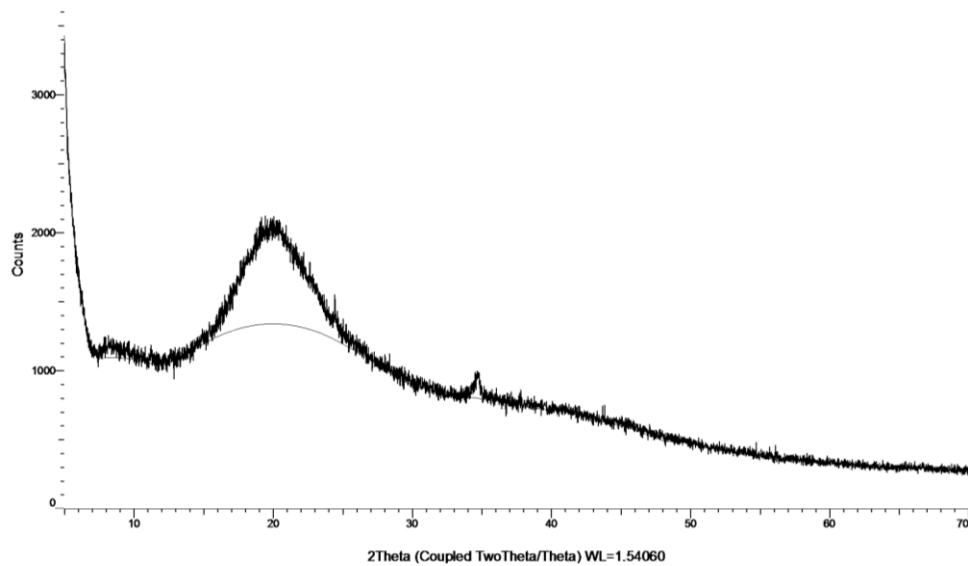
5.3. Difração de Raios-X

Nesta análise, a radiação emitida sofre difração por interferência do material analisado, obtendo-se dados qualitativos. A difratometria de raios-X dos grãos de soja é ilustrada na Figura 2 (safra 2015/16), Figura 3 (safra 2016/17), Figura 4 (safra 2018/19) e Figura 5 (safra 2019/20).

Todos os difratogramas das amostras de soja oriundas de diferentes safras apresentaram um pico de alta intensidade em torno do ângulo 2θ igual a 20° . Um pico de baixa intensidade também foi detectado em aproximadamente 35° nas amostras

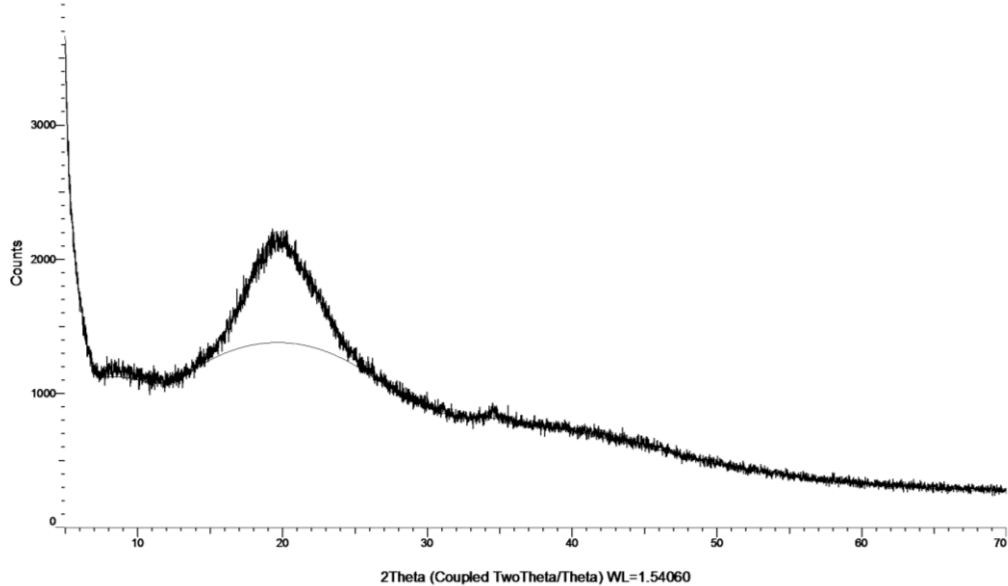
das safras 2015/16; 2016/17 e 2018/19. O qual não foi percebido nos grãos de soja da safra 2019/20, sugerindo que durante a estocagem ocorrem alterações na cristalinidade dos grãos, já que esta amostra teve o menor tempo de armazenamento.

Figura 2. Difratoograma de raios X na soja BRS232 safra 2015/2016



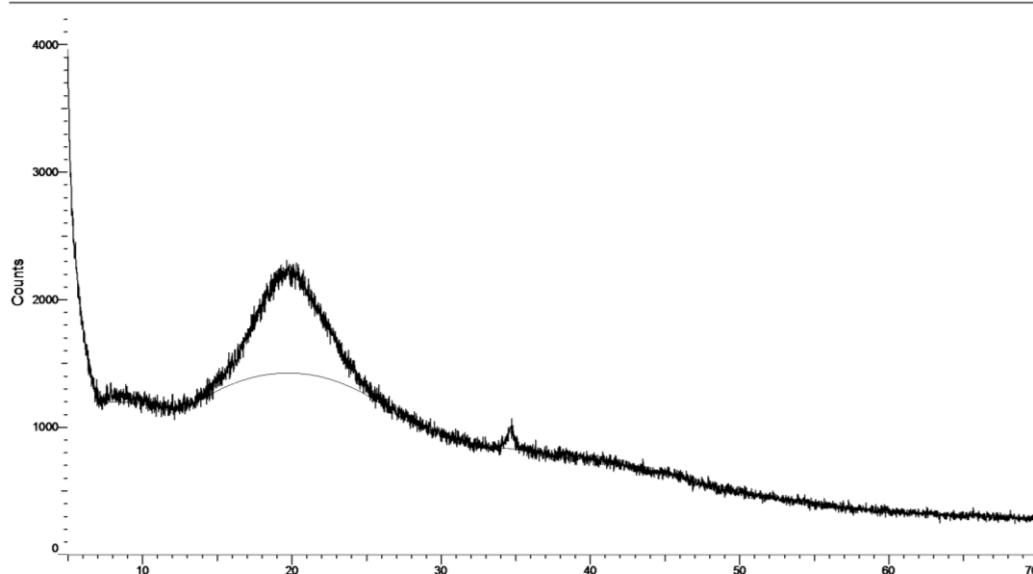
Fonte: Autoria Própria (2021).

Figura 3. Difratoograma de raios X na soja BRS232 safra 2016/2017



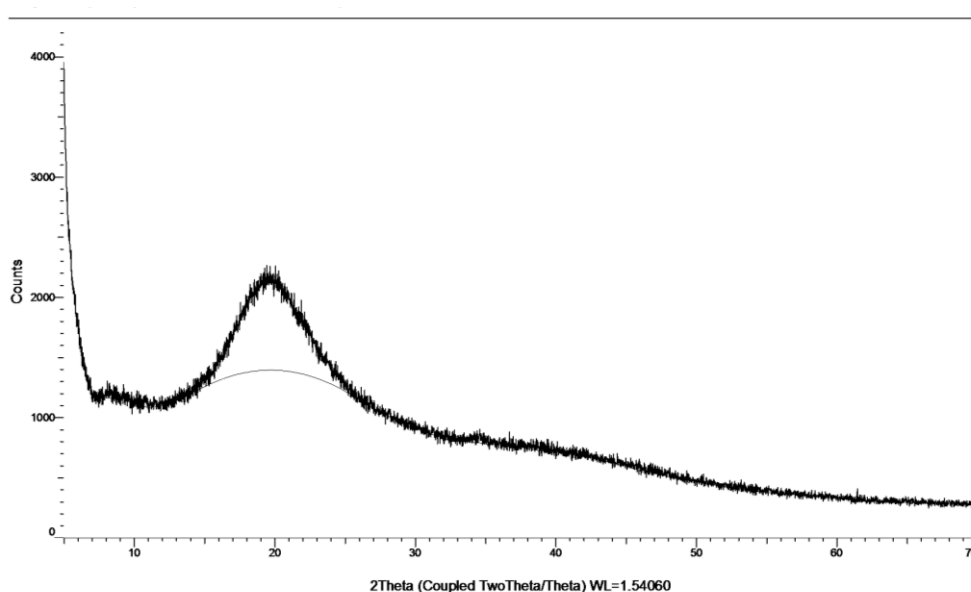
Fonte: Autoria Própria (2021).

Figura 4. Difratoograma de raios X na soja BRS232 safra 2018/2019



Fonte: Autoria Própria (2021).

Figura 5. Difratoograma de raios X na soja BRS232 safra 2019/2020



Fonte: Autoria Própria (2021).

A soja possui cerca de 8% de sua massa em casca, sendo: celulose: 29-51%, hemicelulose: 10-20%, lignina: 1-4% e proteínas: 9-14% (LIU, 1999; MIELENZ; BARDSLEY; WYMAN, 2008). Segundo Klemm et al., (2005) a celulose cristalina, encontrada na forma nativa vegetal, gera picos em 2θ nos valores de 15° , 17° , $22,5^\circ$ e um pequeno sinal em $34,8^\circ$. Sendo assim, os picos encontrados nos grãos de soja representam a celulose oriunda da casca, já que os grãos de soja foram triturados

integralmente. Além disso, pode-se dizer que o material é majoritariamente amorfo com uma pequena região de cristalinidade.

5.4. Cor

A tabela 3 mostra os valores encontrados para os grãos de soja das diferentes safras. Os parâmetros avaliados foram L* (luminosidade), a* (vermelho/verde) e b* (amarelo/azul). A luminosidade apresentou valor intermediário e o parâmetro b* apresentou cor amarela, em ambos não houve diferença significativa, entre as safras analisadas.

Tabela 3. Análise da cor dos grãos de soja de diferentes safras

Safra	L*	a*	b*
2015/16	56,64 ± 0,12 ^a	8,02 ± 0,27 ^a	26,88 ± 1,07 ^a
2016/17	57,18 ± 0,32 ^a	6,49 ± 0,49 ^b	26,15 ± 1,53 ^a
2018/19	57,13 ± 0,46 ^a	5,47 ± 0,18 ^c	26,23 ± 0,28 ^a
2019/20	57,64 ± 0,50 ^a	5,81 ± 0,20 ^{bc}	26,85 ± 0,23 ^a

Médias em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

A coordenada a* indicou a cor vermelha, sendo os grãos da safra 2015/16 com maior intensidade, este parâmetro apresentou diferença significativa entre as amostras analisadas. Os grãos da safra de 2018/19 tiveram o menor valor (5,47), isso se deve ao fato de os grãos apresentarem manchas oriundas do desenvolvimento de fungos durante a estocagem, provavelmente devido ao excesso de chuva durante a colheita. Os valores das amostras das safras 2016/17 e 2019/20 estão próximos ao relatado por Pinto et al. (2017), que encontraram valores próximos de 6 para a soja de variedade TMG 132RR cultivada na safra 2014/2015.

De acordo com Alencar (2009), a mudança nos grãos de soja está relacionada com a umidade, ao escurecimento do produto e o desenvolvimento de fungos. Segundo Ortolan et al. (2010) a alteração da cor resulta da oxidação natural dos pigmentos, sendo sua intensidade dependente do tempo e das condições de armazenagem.

6 CONCLUSÃO

A composição proximal dos grãos de soja da cultivar BRS 232 oriundos de diferentes safras mostraram valores próximos entre as amostras, sendo que o teor de umidade era adequado para grãos que são estocados por mais de um ano.

Na análise das propriedades tecnológicas, o volume de intumescimento não apresentou diferença significativa entre as amostras. Os grãos de soja da safra 2015/16 apresentaram o maior IAA e o menor IAO, quando comparados com as demais amostras, provavelmente pelas alterações que podem acontecer durante o armazenamento dos grãos por longos períodos, já que esta era a amostra com maior tempo de estocagem.

Os difratogramas de raios X apresentaram um pico de alta intensidade em torno do ângulo 2θ igual a 20° em todas as amostras, indicando a região cristalina, e um pico em 35° só não foi visualizado na amostra com menor tempo de estocagem, sugerindo que o armazenamento provoca alteração da região amorfa para cristalina. O período de armazenamento das safras mesmo que na mesma condição pode afetar a cristalinidade da soja, podendo futuramente afetar em sua solubilidade.

A luminosidade apresentou valor intermediário e o parâmetro b^* representou a cor amarela, em ambos não houve diferença significativa, já a coordenada a^* indicou a cor vermelha dos grãos, mas com diferença estatística entre as amostras analisadas.

REFERÊNCIAS

- @LIMENTUS. **Concentrado Proteico**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus/objetos-de-aprendizagem/soja/concentrado-proteico>> Acesso em: 09 fev. 2021.
- AGROMOVE. **Pós colheita da soja: a importância desta etapa na cultura mais produzida do Brasil**. Disponível em: <<https://blog.agromove.com.br/pos-colheita-da-soja-a-importancia-desta-etapa-na-cultura-mais-produzida-do-brasil/#:~:text=A%20matura%C3%A7%C3%A3o%20fisiol%C3%B3gica%20dos%20gr%C3%A3os,entre%209%25%20e%2010%25.>> Acesso em: 30 mar. 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.
- ALBRECHT, Leandro Paiola et al. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 865-873, 2008.
- ALENCAR, E. R. **Efeitos das condições de armazenagem sobre a qualidade da soja (Glycine max (L.) Merrill) e do óleo bruto**. 2006. 102f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- ALENCAR, Ernandes R. de et al. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 606-613, 2009.
- A.O.A.C INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 2010. v.1-2.
- ALEZANDRO, M. R.; ALMEIDA, S.A.; MAIA, P.P.; CARVALHO, H. A; AZEVEDO, L.; VIEIRA, E.P. Soja transgênica BRS 243 RR: determinação de macronutrientes e das isoflavonas daidzeína e genisteína por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n. 3, p. 520-526, 2008.
- ARAUJO, Maicon Marinho Vieira. **Indicadores de qualidade em grãos de soja submetidos a diferentes condições de armazenamento**. 2014. 84f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso. 2014).
- AZEVEDO, Loianny Faria et al. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 28., 2008, Rio de Janeiro. A capacidade estática de armazenamento de grãos no Brasil.
- BENASSI, Vera de Toledo; BENASSI, Marta de Toledo; PRUDENCIO, Sandra Helena. Cultivares brasileiras de soja: características para a produção de tofu e aceitação pelo mercado consumidor. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 32, n. 1, p. 1901-1914, 2011.

CALDERANO, Sebastião Barreiros; DUARTE, Mariza Nascimento; GREGORIS, Gilson. Análise mineralógica das frações argila e silte por difratometria de raios-X. In: TEIXEIRA, Paulo César et al. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3ª ed. Distrito Federal: Brasília, 2017. P. 454 – 471.

CALLOU, Kátia Rau de Almeida. Aspectos Nutricionais Da Soja. **Revista Eletrônica da Estácio de Recife**, v. 1, n. 1, 2015).

CASSALES, A.; SOUZA-CRUZ; P. B.; RECH, R.; AYUB, M. A. Z. Optimization of soybean hull acid hydrolysis and its characterization as a potential substrate for bioprocessing. **Biomass and Bioen.** v.35, p. 4675-4683, 2011.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas de produtividade de grãos**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 22 mar. 2021.

DIAS, Lúcia Felicidade et al. Análise Físico-Química E Microbiológica De Drageados De Soja [Glycine Max (L.)] Com Cobertura Crocante, Salgada E Sem Glúten. In: Benedito Rodrigues da Silva Neto. (Org.). **A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde**. 1ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019, v. 1, p. 38-46.

EMBRAPA. **SOJA EM NÚMEROS**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 08 fev. 2021.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi; LAZZAROTTO, Joelsio José. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja-Documentos**, 2014.

GONÇALVES, Leidiane Cardoso et al. Composição química e propriedades tecnológicas de duas cultivares de soja. **BBR-Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 3, n. 1, p. 33-40, 2014.

IBGE. **IBGE prevê safra recorde de grãos em 2020**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/26537-ibge-preve-safra-recorde-de-graos-em-2020#:~:text=A%20estimativa%20da%20%C3%A1rea%20colhida,%2C0%25%20da%20%C3%A1rea%20colhida>. Acesso em 08 fev, 2021.

KLEMM, Dieter. et al. Cellulose: fascinating biopolymer and sustainable raw material. **Angew. Chem. Int.** v.44, p. 2–37, 2005.

KONICA MINOLTA. **Entendendo o espaço de Cor L*a*b***. 2021. Disponível em: <<http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>> Acesso em: 07 fev. 2021.

LANDAU, Elena Charlotte et al. Evolução da produção de soja (Glycine max, Fabaceae). **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2020.

LIMA, Rodolfo França de. et al. Armazenamento e secagem de grãos de soja. XVIII jornada de pesquisa, **Salão do Conhecimento**, 2013.

LIU, Keshun. **Soybeans chemistry, technology and utilization**. Gaithersburg: Aspen Publisher, 1999. 532 p.

LIU, Keshun. Soybean: Overview. **Agricultural Research Service**, US Department Of Agriculture, Aberdeen, 2016.

LUZ, Adão Benvindo; SAMPAIO, João Alves; FRANÇA, Silvia Cristina A.; **Tratamento de Minérios**. 5ª Edição. Centro de Tecnologia Mineral – CETEM. Rio de Janeiro, 2010.

MANDARINO, José Marcos Gontijo; HIRAKURI, Marcelo Hiroshi; ROESSING, Antonio Carlos. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. 2 ed. Londrina: Embrapa. 2015.

MIELENZ, J.R.; BARDSLEY, J.S.; WYMAN, C.E. Fermentation of soybean hulls to ethanol while preserving protein value. **Biores. Technol.** v. 100, p. 3532-3539, 2009.

MORAES, Rita. M. A. et al. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesq. Agrop. Brasi.**, v.41, n.5, p.725-729, 2006.

MOURA, Neila Camargo, CANNIATTI-BRAZACA, Solange Guidolin, SOUZA, Miriam Coelho. Características físicas de quatro cultivares de soja crua e submetidas a diferentes tratamentos térmicos. **Alim. Nutr.** Araraquara v.20, n.3, p. 383-388, jul./set. 2009.

NETO, Wilson Pires Flauzino. **Extração e caracterização de nanocristais de celulose a partir de casca de soja, e sua aplicação como agente de reforço em nanocompósitos poliméricos utilizando carboximetilcelulose como matriz**. 2012. 71f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Química, Uberlândia.

NÚCLEO de Estudos e Pesquisa em Alimentos - NEPA. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p

ORTOLAN, F.; HECKTHEUER, L.H.; MIRANDA, M.Z. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (- 4 °C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p.55-59, Jan.-Mar., 2010.

PEIXOTO, Clovis Pereira et al. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia agricola**. Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, mar. 2000. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000100015>>. acesso em 09 fev. 2021.

PENALVO, José, L. et al. Fatty acid profile of traditional soymilk. **European Food Researc. Tech.**, v.219, n.3, p.251-253, 2004.

PENHA, Luiz Antônio Odenath et al. A soja como alimento: valor nutricional, benefícios para a saúde e cultivo orgânico. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 91-102, jan./jun., 2007.

PINTO, Rosecler Silva et al. Qualidade de grãos de soja em diferentes épocas de colheita. **Nativa**, Sinop, v.5, p.463-470. 2017.

PIRES, Chistiano. V. et al. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciênc.Tecnol. Alim.**, v.16, n.1, p.179-187, 2006.

RHODEN, Angélica Cristina et al. Análise das Tendências de Oferta e Demanda para o Grão, Farelo e Óleo de Soja no Brasil e nos Principais Mercados Globais. **Desenvolvimento em Questão**, v. 18, n. 51, p. 93-112, 2020.

SANTANA, G. S.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; EGEA, M. B. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 88-95, abr./jun. 2017.

SBARDELOTTO A., I G; LEANDRO G., V. Escolhas de cultivares de soja com base na composição química dos grãos como perspectiva para maximização dos lucros nas indústrias processadoras. **Ciência Rural**, v.38, n.3, p.614-619. 2008.

SEGATELLI, C.R. **Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação na cultura de “Eleusine coracana (L.) Gaertn.** 2008. 118 f. Tese (Doutorado em agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

SEIBEL, Neusa F.; BELÉIA, A. P. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine Max (L.) Merrill*]: carboidratos e proteínas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 113-122, 2009.

SEIBEL, N. F.; ALVES, F. P.; OLIVEIRA, M. A.; LEITE, R. S. Brazilian Soybean Varieties for Human Use. In: EL-SHEMY, H. A. (Ed.). **Soybean bio-active compounds**. Croatia: InTech, 2013. 546 p.

SEIBEL, Neusa Fátima. **Soja: cultivo, benefícios e processamento**. 1 ed. Curitiba: Editora CRV, 2018.

SINCLAIR, J.B. Discoloration of soybeans seeds – an indicator of quality. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, n. 11, p. 1087-1090, 1992.

SCHULTZ, RODRIGO A. et al. Efeitos das Condições de Armazenamento no Rendimento Do Óleo De Soja. **XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Campo Grande, MS. 2013.

USDA. **U.S SOYBEAN INSTECTION**. Disponível em: <<http://www.usda.gov/gipsa/reference-library/brochures/soyinspecton.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

WEBER, Erico Aquino. **Excelência em beneficiamento e armazenamento de grãos**. Canoas, RS: Editora Salles, 2005.

WWF. 2014. **The growth of Soy: Impacts and Solutions**. (O crescimento da soja: impactos e soluções) WWF International (secretariado internacional da Rede WWF), Gland, Suíça. 2014.