

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Defeitos em grãos de soja produzidos no estado de São Paulo:
impactos na qualidade do óleo e farelo e seu efeito no
processamento**

Paula Municelli Rodrigues Iwahashi

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e
Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2021**

Paula Municelli Rodrigues Iwahashi
Bacharel em Ciências dos Alimentos

**Defeitos em grãos de soja produzidos no estado de São Paulo: impactos na
qualidade do óleo e farelo e seu efeito no processamento**
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:
Profa. Dra. **THAÍS MARIA FERREIRA DE SOUZA VIEIRA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e
Tecnologia de Alimentos

Piracicaba
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Iwahashi, Paula Municelli Rodrigues

Defeitos em grãos de soja produzidos no estado de São Paulo: impactos na qualidade do óleo e farelo e seu efeito no processamento / Paula Municelli Rodrigues Iwahashi. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2021.

92 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Óleo de soja 2. Qualidade do óleo de soja 3. Grãos com defeitos 4. Farelo de soja 5. Micotoxinas I. Título.

Este trabalho é dedicado os meus pais, Edirley e Rosa Maria,
ao meu marido Daniel e às minhas filhas,
Maria Luiza e Milena.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre guiar meus caminhos e por me proporcionar tantas bênçãos;

Aos meus pais, Edirley e Rosa Maria, por todo amor, cuidado, incentivo, pelas orações e, principalmente, pela confiança que sempre depositaram em mim. Foram inúmeras batalhas para que eu chegasse até aqui, e por isso vocês também fazem parte desta vitória;

Ao meu irmão Rafael, pelo carinho, pela amizade e por sempre torcer pelo meu sucesso;

Ao meu marido, Daniel, agradeço pelo companheirismo, amor, paciência, respeito, por segurar a barra junto comigo nos momentos mais difíceis e por nunca ter duvidado da minha capacidade quando resolvi me dedicar ao mestrado;

Agradeço às minhas filhas, Maria Luiza e Milena, por me mostrarem o meu lado mais forte e por me ajudarem a me tornar uma pessoa melhor a cada dia que passa. Vocês são o que há de mais importante na minha vida;

À toda minha família pelo carinho e pelo apoio ao longo da minha vida;

À Professora Dra. Thais Maria Ferreira de Souza Vieira, por ter me recebido tão bem de volta como sua aluna, por sua orientação, por todo conhecimento compartilhado e pelas valiosas sugestões durante o tempo que me dediquei a este trabalho;

À Dra. Maria Antonia Calori, a Tota, por ter me acolhido na ESALQ desde a minha iniciação científica e por ser, além de uma referência profissional, uma grande amiga. Agradeço por estar sempre disposta a me ajudar, pelas longas conversas no laboratório (e fora dele) e por todo carinho e paciência demonstrados ao longo da minha vida acadêmica;

Aos técnicos Luís Felipe e Ivani, por me auxiliarem com os equipamentos dos laboratórios quando eu não fazia nem ideia de como funcionavam e pelas conversas e troca de experiências ao longo do desenvolvimento das análises;

Aos amigos Yuniel Tejeda Mazola e a Fernanda Susi Luccas, por dedicarem parte do seu tempo para me auxiliar nas análises estatísticas e pelas valiosas dicas que contribuíram tanto para este quanto para futuros trabalhos;

Agradeço por ter tido a oportunidade de conhecer pessoas incríveis que tão logo se tornaram amizades que pretendo levar para toda a vida. Samara Padermo e

Juliana Zambianco, obrigada por dividirem comigo momentos de alegria, angústia, descontração e preocupação. Vocês foram essenciais para que essa jornada fosse mais leve e produtiva;

A todos os colegas dos laboratórios de Biologia Molecular e Micotoxinas e Desenvolvimento de Produtos pela companhia e pela troca de experiências;

À banca examinadora, pelas contribuições que enriqueceram este trabalho;

Agradeço a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP) pela classificação e pela doação das amostras de grãos de soja;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos;

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma participaram desta conquista e que contribuíram com meu crescimento profissional.

Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivos gerais	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Soja	17
3.1.1 Dados econômicos	17
3.1.2 Estrutura, composição e classificação dos grãos de soja	20
3.2 Industrialização	24
3.2.1 Preparo do grão e extração do óleo	25
3.2.2 Refino	27
3.2.3 Farelo de soja	31
3.3 Influência da matéria-prima na qualidade do óleo de soja	32
3.4 Impactos no processo em função da má qualidade da matéria-prima	37
4 MATERIAL E MÉTODOS	43
4.1 Obtenção e preparo das amostras	43
4.2 Determinação da composição centesimal	44
4.3 Determinação do índice de acidez	45
4.4 Absortividade na faixa do UV	45
4.5 Determinação de clorofila	46
4.6 Análise de micotoxinas no farelo	46
4.7 Análise estatística	48
4.7.1 Análise de Componentes Principais (ACP)	48
4.7.2 Geração de banco de dados	48
4.7.3 Mineração de dados	48
4.7.4 Correlação de Pearson	49
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1 Caracterização das amostras	51
5.2 Composição centesimal e estágio oxidativo do óleo	52
5.2.2 Proteína	55

5.2.3 Cinzas	56
5.2.4 Extrato Etéreo	56
5.2.5 Índice de Acidez	57
5.2.6 Absortividade na Faixa do UV	58
5.2.7 Clorofila	59
5.3 Análise de Componentes Principais.....	60
5.4 Micotoxinas no farelo de soja.....	63
5.5 Estimativa do índice de acidez do óleo com base na composição dos grãos de soja.....	66
5.6 Predição do índice de acidez do óleo com base na composição dos grãos de soja	68
5.7 Conclusão	69
REFERÊNCIAS.....	71
ANEXO	79

RESUMO

Defeitos em grãos de soja produzidos no estado de São Paulo: impactos na qualidade do óleo e farelo e seu efeito no processamento

A soja é uma das leguminosas mais consumidas no mundo todo, empregada na alimentação humana e animal por sua composição em proteínas e óleo. Para garantir as características nutricionais e sensoriais do óleo, a qualidade da matéria prima deve ser controlada. Aspectos como teor de água, temperatura e tempo de armazenamento, infestação por pragas e contaminação por fungos podem deteriorar o grão e ocasionar defeitos de diferentes tipos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto que os grãos de soja com defeitos de diferentes tipos podem causar nos atributos de qualidade do óleo processado, bem como verificar a ocorrência de micotoxinas no farelo de soja. Foram coletadas 10 amostras, divididas em duas safras, de cada fração de defeitos de acordo com a classificação oficial brasileira: grãos sadios, grãos partidos, quebrados e amassados (PQA), ardidos e queimados (A/Q), grãos mofados, grãos esverdeados e a soma dos grãos fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos (FGDIC). Foram realizadas análises de composição centesimal nos grãos, índices relacionados à estágio oxidativo e processamento do óleo e teor de micotoxinas (aflatoxinas e zearalenona) no farelo obtido após a extração do óleo. Os resultados indicaram baixa ocorrência e contaminação de micotoxinas nos farelos provenientes das diversas frações de grãos. Os grãos mofados foram os que mais afetaram negativamente os atributos de qualidade do óleo. O óleo extraído desta fração apresentou, em ambas as safras, elevado índice de acidez (22,6mg KOH g⁻¹ na safra 1 e 26,8 mg KOH g⁻¹ na safra 2) e teor de clorofila (33,2 mg kg⁻¹ na safra 1 e 15,8 mg kg⁻¹ na safra 2), bem como os maiores valores de dienos (6,9% e 5,3% respectivamente nas safras 1 e 2) e trienos conjugados (1,1% na safra 1 e 0,4% na safra 2). Os grãos A/Q e FGDIC apresentaram resultados similares, sugerindo que a presença destas frações nos lotes de grãos processados é associada a maiores indicadores de estágio avançado de oxidação, gerando a necessidade de aumento de insumos durante o refino e causando redução na eficiência do processo.

Palavras-chave: Óleo de soja, Qualidade do óleo de soja, Grãos com defeitos, Farelo de soja, Micotoxinas

ABSTRACT

Defects in soybean kernels produced in the state of São Paulo: impacts on oil and meal quality and their effect on processing

Soybean is one of the most consumed leguminous in the world, used in human food and to feed animals due to its composition in protein and oil. To ensure the nutritional and sensory characteristics of the oil, the conditions of the raw material, should be controlled. Aspects such as amount of water inside the kernel, temperature and storage time, pest infestation and fungus contamination may deteriorate the kernel, causing defects of different types. The aim of this study was to evaluate the impact of defective soybean kernels on the processed oil quality attributes, as well as to verify the occurrence of mycotoxins in soybean meal. Ten samples were collected, divided into two harvests, from each fraction of defects according to the official Brazilian classification: whole kernels, split, broken and crushed kernels (PQA), heat damaged and burned kernels (A/Q), moldy kernels, greenish beans and the sum of fermented, germinate, damaged, immature and dried kernels (FGDIC). Determination of centesimal composition were performed on the kernels and analysis related to oxidative stage and processing were performed on the soybean oil, as well as mycotoxins (aflatoxins and zearalenone) were investigated on the soybean meal obtained from the fractions through oil extraction. The results indicated low occurrence and contamination of mycotoxins in the meal obtained from the fractions. Moldy kernels had a considerable negative influence on oil quality attributes. Oil extracted from this fraction presented, in both harvests, elevated acidity index (22,6mg KOH g⁻¹ in harvest 1 and 26,8 mg KOH g⁻¹ in harvest 2) and chlorophyll content (33,2mg kg⁻¹ in harvest 1 and 15, mg kg⁻¹ in harvest 2), as well as the highest levels of conjugated dienes (6,9% and 5,3% respectively in harvests 1 e 2) and trienes (1,1% in harvest 1 and 0,4% in harvest 2). The heat damaged and burned kernels and FGDIC also showed similar results, suggesting that the presence of these fractions in the processing of soybean oil promotes instability and oxidation and generating the need to increase inputs during refining and causes a reduction in the efficiency of the process.

Keywords: Soybean oil, Soybean oil quality, Defective kernels, Soybean meal, Mycotoxins

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma dicotiledônea pertencente à família das leguminosas e originária da China. Atualmente, é cultivada em diversos países no mundo, sendo o Brasil o maior produtor mundial, seguido dos Estados Unidos, com produção, na safra 2019/20, de aproximadamente 126 e 100 milhões de toneladas, respectivamente. O Brasil é, também, o maior exportador mundial de grãos de soja, seguido de Argentina e Paraguai (USDA, 2021) e as regiões Sul e Centro-Oeste representam cerca de 78% da produção nacional (CONAB, 2021).

Atualmente, o grão de soja é comercializado no Brasil e no mundo devido, principalmente, aos seus produtos derivados, como o óleo e o farelo (LORINI, 2018). O uso do grão de soja direto na alimentação humana varia bastante de acordo com a cultura de cada país, e possui grande destaque, atualmente, devido aos fitoquímicos presentes e seus benefícios à saúde, como a isoflavona (BOLLA, 2015). Na alimentação animal tem grande importância devido às proteínas de alto valor nutricional, e o óleo extraído e refinado destaca-se em relação a outros óleos pelo preço acessível e também devido às suas características nutricionais, a exemplo da elevada presença de ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico (ASBRIDGE, 1995; QIU; CHANG, 2010).

Os óleos vegetais, em sua maioria, são extraídos de grãos e sementes, e alguns do endosperma de frutos (GUNSTONE, 2005). Para Foster *et al.* (2009) e de acordo com a RDC Nº 481 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2021) óleos vegetais são produtos constituídos de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais que se apresentam na forma líquida a 25°C e compostos principalmente de triacilgliceróis, com porções menores de ácidos graxos livres, fosfolipídios, esteróis, álcoois livres e uma quantidade significativa de vitamina E.

Na indústria, a extração é a etapa do processamento do grão de soja realizada para a obtenção do óleo e produção do farelo. Esta etapa é normalmente realizada com utilização de solvente orgânico, sendo o hexano o mais utilizado em escala industrial, e após a retirada do solvente o óleo bruto é submetido a degomagem. Para ser consumido, o óleo passa pelo processo de refino, incluindo as etapas de neutralização, clarificação e desodorização. O farelo obtido será dessolventizado e sofrerá tostagem ou não, dependendo se será destinado a alimentação animal ou humana, respectivamente (HAMMOND *et al.*, 2005).

Para se obter um óleo de qualidade, deve-se atentar aos cuidados básicos durante todas as etapas da cadeia produtiva. O grão de soja, devido a suas características morfológicas e fisiológicas, é mais propenso à deterioração se comparada a outros grãos, como milho, arroz, trigo, quando submetidos às mesmas condições. O processo de deterioração é determinado por inúmeros fatores, incluindo genéticos, ambientais, ataques de insetos e os procedimentos realizados nos períodos de colheita, transporte e armazenamento (DELOUCHE, 1975).

Apesar de todo o avanço tecnológico e científico verificado nos últimos anos na agricultura brasileira, ainda são expressivas as perdas tanto quantitativas quanto qualitativas em todos os elos da cadeia, incluindo as etapas de colheita, transporte, secagem, armazenamento e transformação dos grãos (LORINI, 2018). Segundo Araújo (2008), os lipídios são normalmente, quando expostos a condições adversas, degradados por hidrólise, oxidação, polimerização e também podem absorver odores e sabores estranhos, causando alterações nas características do óleo e gerando perdas nutricionais e alterações sensoriais. A preservação das características dos grãos, incluindo a manutenção de temperatura e teor de água adequadas em função do tempo de armazenamento e prevenção de danos mecânicos e aqueles causados por insetos e fungos, são cuidados essenciais para garantir a qualidade da fração lipídica.

A Instrução Normativa nº 11 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2007) inclui a porcentagem máxima de grãos com defeitos na definição de qualidade da soja, separando-os em grupos, determinados por defeitos graves (grãos ardidos e queimados e os grãos mofados) e defeitos leves (grãos amassados, partidos e quebrados, grãos esverdeados, grãos fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos). Alguns estudos associam as condições da matéria prima à qualidade do óleo obtido, mas são raros os que relacionam a presença de grãos com defeitos às características indesejadas no óleo, como elevados índices de acidez e clorofila, ou a presença de micotoxinas no farelo.

A manutenção da qualidade dos grãos é de extrema importância iniciando-se na etapa de colheita dos grãos, durante o armazenamento e processamento do óleo e do farelo, até a comercialização dos produtos finais. Na indústria processadora de soja, a redução de custos com matéria-prima e com logística, a diminuição da capacidade ociosa e o aumento da eficiência do processamento são fatores

considerados cruciais para obtenção do lucro e manutenção da competitividade (SEDIYAMA *et al.*, 2013).

Segundo Freitas *et al.* (2001), a utilização de grãos com defeitos no processamento impacta a qualidade final dos produtos e o cuidado em toda a cadeia traz resultados positivos e melhor aproveitamento pela indústria no refino do óleo.

Devido à relevância da utilização do grão, do óleo e do farelo de soja na alimentação humana e animal, são importantes os estudos sobre o impacto da qualidade da matéria prima na qualidade e segurança no consumo dos produtos obtidos. Desta forma, a realização deste trabalho se justifica por trazer uma discussão acerca de um tema importante tanto para os produtores de soja como para a indústria processadora, apresentando dados e informações que podem contribuir para a redução de perdas, aumento da lucratividade e competitividade e a garantia de um produto de qualidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

- Identificar o impacto da qualidade dos grãos de soja nos produtos gerados (óleo e farelo).

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o impacto que os grãos de soja com defeitos de diferentes tipos podem causar nos parâmetros de qualidade da fração lipídica;

- Verificar a ocorrência das micotoxinas aflatoxinas e zearalenona no farelo obtido das frações de grãos de soja com defeitos;

- Avaliar os impactos causados no processamento do óleo de soja em função do uso de frações de grãos com defeitos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Soja

3.1.1 Dados econômicos

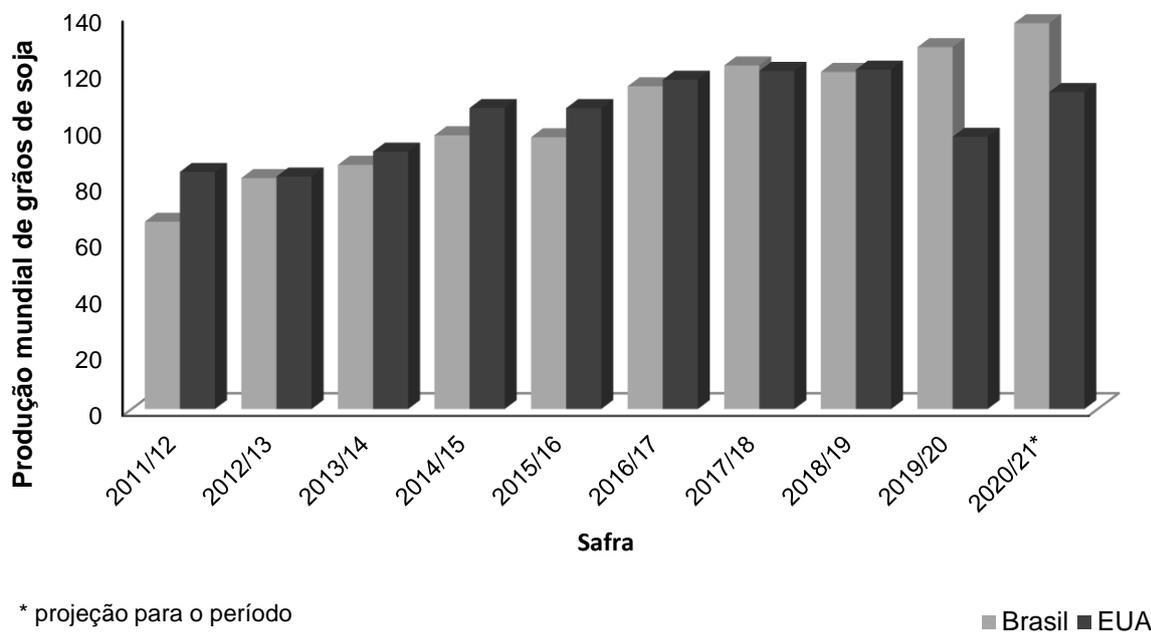
A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é a oleaginosa mais utilizada no mercado brasileiro e mundial, sendo de grande importância para a alimentação humana, animal e para a produção de combustível. Esta dominância de mercado deve-se a uma combinação de fatores, incluindo as características agrônômicas favoráveis, ao preço competitivo, e principalmente devido ao teor e a alta qualidade da proteína e a elevada produção de óleo bruto, em comparação a outras culturas (ASBRIDGE, 1995; HAMMOND *et al.*, 2005).

Dados econômicos apontam o Brasil como o maior produtor mundial de grãos de soja, seguido dos Estados Unidos (Gráfico 1). De acordo com estimativas da USDA (United States Department of Agriculture), a soma da participação de Brasil e EUA foi de aproximadamente 66% da produção mundial na safra 2019/2020, que foi de mais de 339 milhões de toneladas (USDA, 2021). Ainda de acordo com a USDA (2021), o Brasil é o maior exportador de soja em grãos do mundo, sendo responsável por 92 milhões de toneladas, ou 55% das exportações mundiais na safra 2019/20. A China, por sua vez, é considerada a maior importadora mundial de grãos de soja, responsável por 60% das importações da safra 2019/20.

As regiões Sul e Centro-Oeste representam cerca de 78% da produção brasileira de grãos de soja, com mais de 103 mil toneladas produzidas. A região Sudeste, apesar de ainda representar pouco mais de 8% da produção nacional de soja, vem expandindo gradativamente sua participação no cenário brasileiro, com aumento de 270% nos últimos 10 anos (Gráfico 2). Esse aumento pode ser devido, entre outros fatores, à reforma dos canais através da rotação de culturas com os grãos de soja (IEA, 2020).

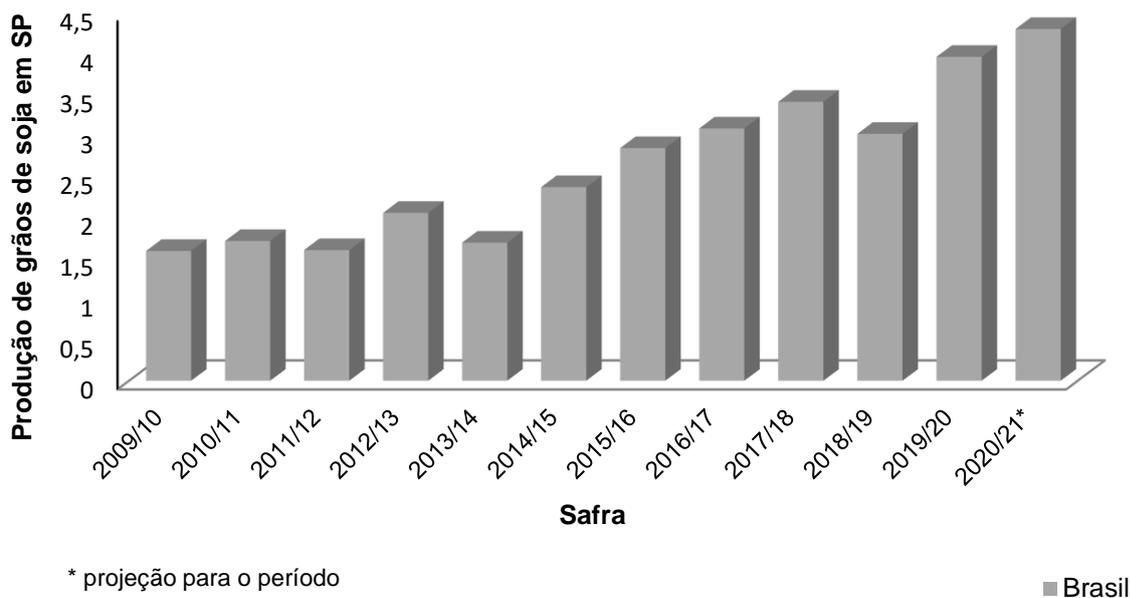
O óleo de soja, de acordo com a USDA (2021) na safra de 2019/20, teve produção de aproximadamente 58 milhões de toneladas no mundo, sendo 8,8 milhões de toneladas no Brasil. Para o farelo, foram aproximadamente 244 milhões de toneladas produzidas no mundo e 35 milhões de toneladas no Brasil (Gráficos 3 e 4)

Gráfico 1 - Produção de grãos de soja (em milhões de toneladas) nos EUA e no Brasil entre as safras de 2011/12 e 2020/21.



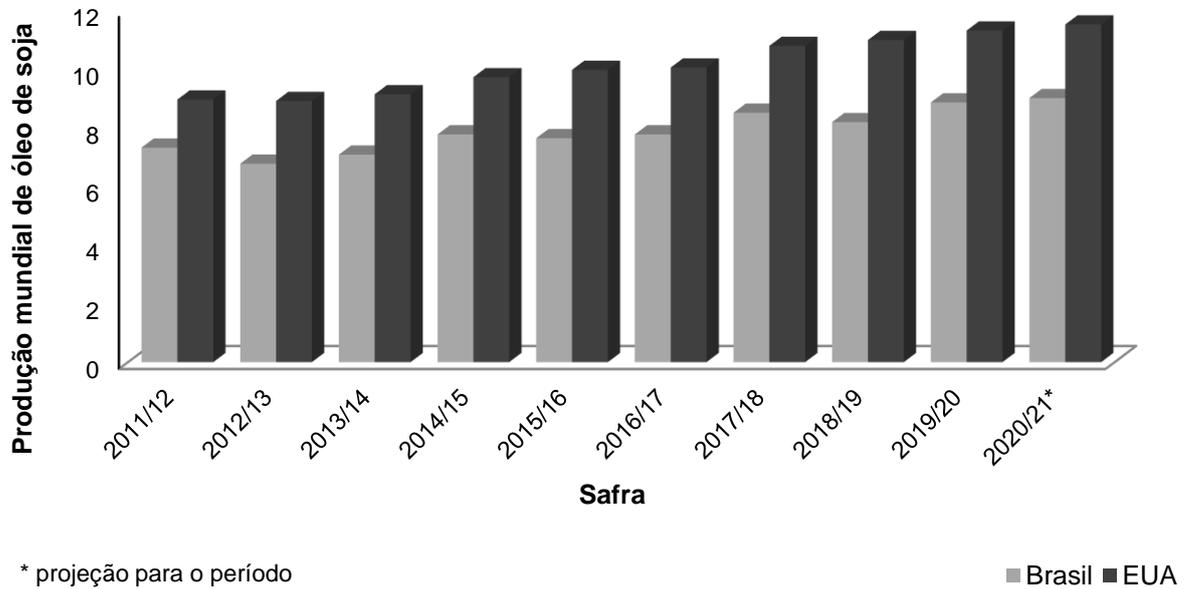
Fonte: USDA (2021).

Gráfico 2 - Produção de grãos de soja (em milhões de toneladas) no estado de São Paulo entre as safras de 2009/10 e 2020/21.



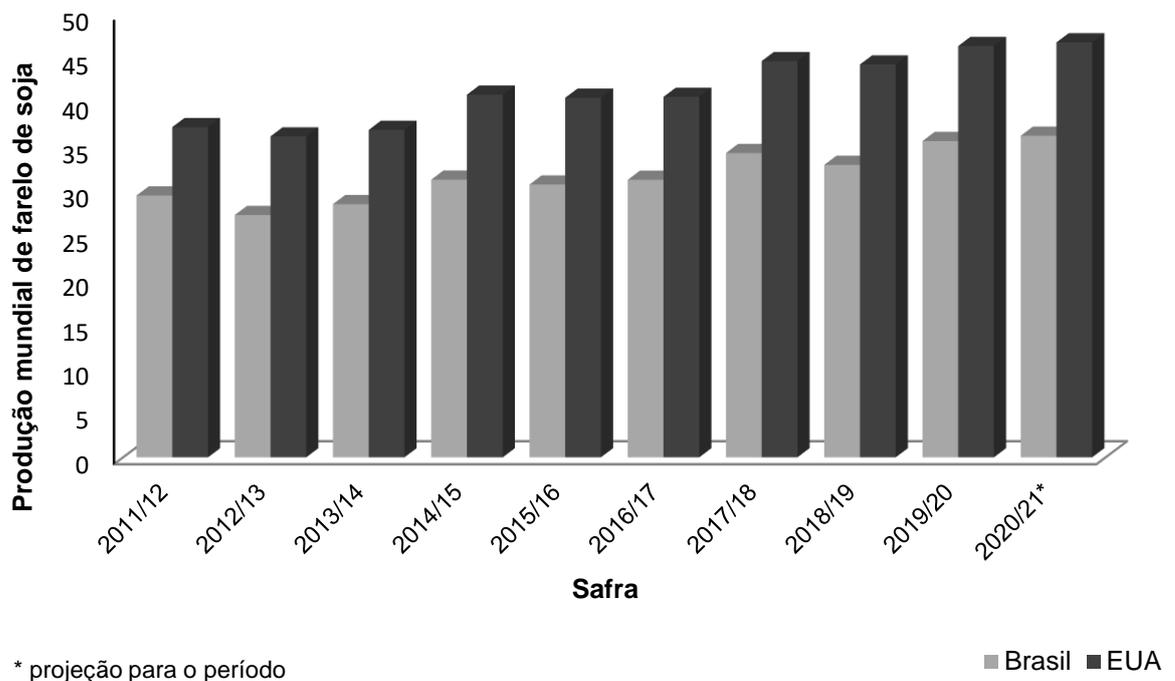
Fonte: Conab (2021).

Gráfico 3 - Produção de óleo de soja (em milhões de toneladas) nos EUA e no Brasil entre as safras de 2011/12 e 2020/21.



Fonte: USDA (2021).

Gráfico 4 - Produção de farelo de soja (em milhões de toneladas) nos EUA e no Brasil entre as safras de 2011/12 e 2020/21.

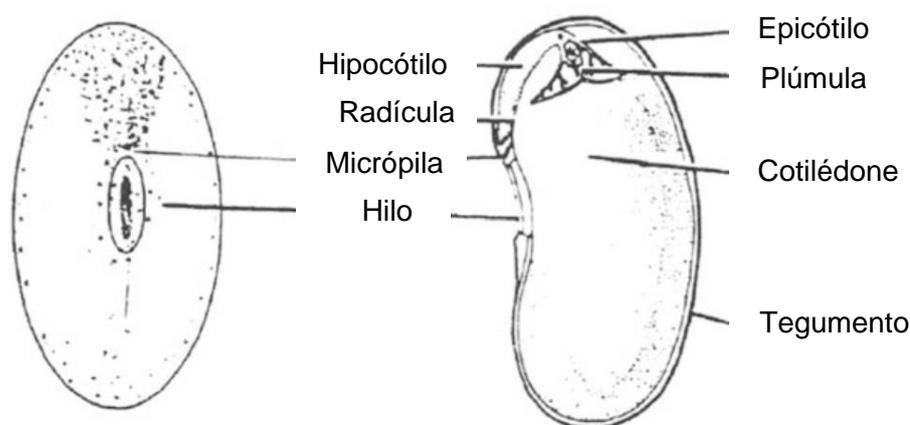


Fonte: USDA (2021).

3.1.2 Estrutura, composição e classificação dos grãos de soja

Os grãos de soja são formados por um embrião protegido pelo tegumento e são constituídos basicamente de 90% de cotilédone, 8% de tegumento (casca) e 2% de hipocótilo. O embrião é composto por dois cotilédones, que funcionam como estruturas de reserva alimentar, e um eixo embrionário (plúmula, hipocótilo e radícula). O tegumento mantém os dois cotilédones unidos e atua como barreira, impedindo a entrada de microrganismos e regulando a entrada e saída de água. Quando atingem maturidade fisiológica, os grãos possuem forma ovalada e seu tamanho depende do cultivar e das condições enfrentadas durante seu desenvolvimento (PERKINS, 1995; LIU, 1997). A figura 1 ilustra a estrutura do grão de soja.

Figura 1 - Estrutura do grão de soja



Fonte: adaptado de Liu (1997)

Em termos de composição química, o grão de soja possui, em média, teor de proteína de 40%, 35% de carboidratos, 5% de cinzas e aproximadamente 20% de óleo em sua composição (PERKINS, 1995). Atualmente, no entanto, os teores de proteína dos grãos tem sofrido queda devido, entre outros fatores, ao melhoramento genético e a priorização da produtividade. No Estado de São Paulo, a média do teor de proteína dos grãos de soja é de 35,5% (EMBRAPA, 2015). O grão é ainda rico em vitaminas, minerais e tem seus benefícios reconhecidos devido aos fitoquímicos presentes, como pelas propriedades funcionais da isoflavona e seus efeitos na prevenção de doenças cardíacas, câncer de mama, osteoporose e nos sintomas da menopausa (BOLLA,

2015). Contém também a lecitina, produto separado na etapa de degomagem e empregado como aditivo, amplamente utilizado nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética e constituído basicamente de fosfolipídios, os quais lhe conferem o poder emulsificante (RYDHAG; WILTON, 1981; WU; WANG, 2003).

De acordo com Qiu e Chang (2010), o grão de soja pode ser aproveitado de diversas maneiras após o processamento industrial, incluindo a utilização do óleo de soja em preparações culinárias, como tinta de impressão e biodiesel, assim como o farelo é amplamente usado como fonte de proteína para alimentação animal e também na fabricação de isolados proteicos e concentrados proteicos. Outros produtos, como “leite de soja”, coalhada, queijo, molhos e patês também são largamente consumidos principalmente em países orientais.

Para fins de comercialização e internalização, a legislação brasileira estabelece os requisitos mínimos de qualidade dos grãos de soja para teor de água, não devendo ultrapassar 14%, e classifica os grãos em 2 grupos, Grupo I e Grupo II, conforme descrito nas tabelas 1 e 2, de acordo com o percentual de grãos com defeitos (BRASIL, 2007). O Grupo I é classificado em 2 tipos, de acordo com os percentuais de tolerância de defeitos, para grãos destinado ao consumo humano *in natura*. O Grupo II compreende os grãos destinados a outros usos. Grãos de soja que não atendam a nenhum dos dois grupos são classificados como Fora do Tipo.

Os grãos de soja, de acordo com a legislação (BRASIL, 2007), podem ser definidos como:

- Queimados: grãos ou pedaços de grãos carbonizados;
- Ardidos: grãos ou pedaços de grãos visivelmente fermentados em sua totalidade e com coloração marrom-escura acentuada, o que afeta o cotilédone;
- Mofados: grãos ou pedaços de grãos que se apresentam parcial ou totalmente com fungos (mofo ou bolor) visíveis a olho nu;
- Fermentados: grãos ou pedaços de grãos que, em razão do processo de fermentação, tenham sofrido alteração visível na cor do cotilédone que não aquela definida para os ardidos;
- Germinados: grãos ou pedaços de grãos que apresentam visivelmente a emissão da radícula;
- Danificados: grãos ou pedaços de grãos com manchas na polpa, alterados e deformados, perfurados ou atacados por doenças ou insetos, em qualquer de suas fases evolutivas;

- Imaturos: grãos de formato oblongo, intensamente verdes por não terem atingido seu desenvolvimento fisiológico completo e que podem se apresentar enrugados;

- Chochos: grãos ou pedaços de grãos que se apresentam geralmente atrofiados, enrugados e com formato irregular devido ao desenvolvimento fisiológico incompleto e desprovido de massa;

- Esverdeados: grãos ou pedaços de grãos com desenvolvimento fisiológico completo que apresentam coloração totalmente esverdeada no cotilédone;

- Partidos e quebrados: pedaços de grãos, inclusive cotilédones, que ficam retidos na peneira de crivos circulares de 3,0 mm (três milímetros) de diâmetro;

- Amassados: grãos que se apresentam esmagados, com os cotilédones e tegumento rompidos por danos mecânicos, estando excluídos deste defeito os grãos que se apresentam trincados em seu tegumento;

Tabela 1 - Limites máximos de tolerância de defeitos (%) para soja do Grupo I.

Tipo	Avariados				Esverdeados	Partidos, Quebrados e Amassados	Matérias Estranhas e Impurezas
	Total de Ardidos e Queimados	Máximo de Queimados	Mofados	Total (1)*			
1	1,0	0,3	0,5	4,0	2,0	8,0	1,0
2	2,0	1,0	1,5	6,0	4,0	15,0	1,0

(1) * Soma do percentual de grãos queimados, ardidos, mofados, fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos.

Fonte: Brasil, 2007.

Tabela 2 - Limites máximos de tolerância de defeitos (%) para soja do Grupo II.

Tipo	Avariados				Esverdeados	Partidos, Quebrados e Amassados	Matérias Estranhas e Impurezas
	Total de Ardidos e Queimados	Máximo de Queimados	Mofados	Total (2)*			
Padrão básico	4,0	1,0	6,0	8,0	8,0	30,0	1,0

(2) * Soma do percentual de grãos queimados, ardidos, mofados, fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos.

Fonte: Brasil, 2007.

Ainda de acordo a legislação, grãos ardidos, queimados e mofados são considerados defeitos graves, ou seja, que afetam seriamente a aparência, conservação e qualidade dos grãos, e se o percentual superar 12% na amostra, não

pode ser comercializada com destino para consumo humano, e se superar 40%, não deve ser comercializada também para outros fins (BRASIL, 2007).

Para a indústria, dentre os constituintes químicos da soja, os mais importantes são os teores de extrato etéreo, proteína bruta, digestibilidade da proteína e acidez do óleo no grão. Grãos ardidos, queimados e mofados geralmente são causados por condições inadequadas de armazenagem e podem apresentar aumento no índice de ácidos graxos livres e redução na digestibilidade de proteínas (PARAGINSKI; ZIEGLER; HAEBERLIN, 2017).

Estudos realizados no Brasil e no mundo confirmam que as características do óleo são impactadas diretamente pela qualidade da matéria-prima e pelas condições de produção e de armazenagem empregadas (HARTMAN FILHO *et al.*, 2016). Lotes com porcentagens elevadas de grãos com defeitos graves, mesmo estando dentro da exigência legal, que é de 8% para o Grupo II, podem causar impactos na qualidade do óleo extraído e aumentar os gastos na etapa de refino, uma vez que tem relação direta com o grau de oxidação.

Sanders (1944), em pesquisa nos EUA utilizando lotes com diferentes porcentagens de grãos danificados, tanto pelo frio quanto por danos causados ainda no campo, concluiu que o óleo extraído não poderia ser usado para uso culinário devido a baixa qualidade sensorial, com parâmetros de cor e sabor alterados. Já Robertson *et al.* (1973), em avaliação realizada no óleo extraído de grãos de soja danificados, constataram que houve aumento no teor de ácidos graxos livres e alterações na cor e da estabilidade oxidativa.

De acordo com Nash (1984) e Hammond *et al.* (2005), o óleo extraído de grãos danificados pode conter quantidades elevadas de ácidos graxos livres e de ácido fosfatídico, presente nos fosfolipídios. Óleos refinados geralmente contém baixa quantidade de fosfolipídios devido à etapa de degomagem, entretanto, óleos provenientes de grãos danificados podem apresentar um conteúdo significativo de ácido fosfatídico devido à dificuldade de recuperação dos fosfolipídios por hidratação na degomagem.

Alencar *et al.* (2009), em estudo realizado por 180 dias com grãos de soja armazenados sob diferentes umidades e temperaturas, verificaram que o aumento na ocorrência de grãos ardidos tem relação direta com as condições de armazenagem. Lopes *et al.* (2016) avaliaram grãos de soja danificados por percevejo no campo e posteriormente armazenados por 6 meses em diferentes temperaturas e teores de

água, e verificaram que o teor de óleo diminuiu e o índice de acidez elevou-se conforme a temperatura de armazenamento aumentou.

Souza (2015) verificou indicadores de perda de qualidade em grãos de soja com defeitos e concluiu que o processo de deterioração provoca alterações metabólicas e, principalmente nos grãos ardidos, queimados e mofados, considerados como defeitos graves pela legislação brasileira, houve elevado índice de acidez, muito superiores ao valor estabelecido pela indústria, bem como foram os grãos que apresentaram maiores índices de proteína bruta e extrato etéreo. Ramos *et al.* (2018) também concluíram que a intensificação de defeitos em grãos de soja diminui a qualidade do óleo, devido ao aumento do índice de acidez, afeta a qualidade e funcionalidade de proteínas, uma vez que foi observado diminuição na solubilidade, e compromete o rendimento industrial.

3.2 Industrialização

O sistema de produção de óleos vegetais é constituído basicamente das etapas de preparo do grão, da extração e do refino do óleo, nas quais são realizados uma série de processos unitários que, ao fim, irão determinar a qualidade e os custos do produto final. Isso quer dizer que, os cuidados e a garantia da qualidade dos grãos em todas as etapas que precedem a chegada da soja à indústria terão impacto direto no que diz respeito aos gastos do processo, uma vez que a indústria precisa garantir as características e o padrão do óleo.

A indústria de processamento de soja está sempre em busca de melhorias no processo, o que significa maior produtividade, redução de custos e diminuição da capacidade ociosa, uma vez que não há diferenciação e agregação de valor em seus produtos (SEDIYAMA *et al.*, 2013)

Dados da Abiove (2019) indicam que, no Brasil, existem 124 unidades industriais de processamento de oleaginosas, das quais 114 processam soja e 92 estão ativas, e 51 unidades destinadas ao refino e envase do óleo de soja, das quais 39 estão em funcionamento.

O Estado do Mato Grosso representa 22% da capacidade de processamento, seguido de Paraná e Rio Grande do Sul. O Estado de São Paulo, apesar de representar apenas 7% das oleaginosas processadas no Brasil, aparece em primeiro lugar no refino, representando 23% do total (tabela 3).

Tabela 3 - Capacidade Instalada da indústria brasileira de produção, refino e envase de óleos vegetais

Estado	UF	Preparo e Extração		Refino		Envase	
		Ton/dia	%	Ton/dia	%	Ton/dia	%
Mato Grosso	MT	42.501	22,2%	3.489	16,1%	3.108	22,0%
Paraná	PR	35.940	18,7%	3.280	15,2%	2.119	15,0%
Rio Grande do Sul	RS	30.489	15,9%	1.020	4,7%	930	6,6%
Goiás	GO	26.968	14,1%	3.093	14,3%	2.562	18,2%
São Paulo	SP	14.031	7,3%	5.060	23,4%	2.130	15,1%
Mato Grosso do Sul	MS	12.250	6,4%	408	1,9%	365	2,6%
Minas Gerais	MG	9.328	4,9%	2.206	10,2%	1.023	7,3%
Bahia	BA	7.323	3,8%	1.096	5,1%	1.018	7,2%
Piauí	PI	3.050	1,6%	120	0,6%	180	1,3%
Tocantins	TO	2.900	1,5%	-	-	-	-
Santa Catarina	SC	2.200	1,1%	600	2,8%	199	1,4%
Amazonas	AM	2.000	1,0%	-	0,0%	-	0,0%
Maranhão	MA	1.500	0,8%	300	1,4%	340	2,4%
Ceará	CE	1.000	0,5%	200	0,9%	-	0,0%
Rondônia	RO	350	0,2%	-	0,0%	-	0,0%
Pernambuco	PE	-	0,0%	763	3,5%	132	0,9%
Total		191.830		21.634		14.106	

Fonte: ABIOVE (2019).

3.2.1 Preparo do grão e extração do óleo

O processamento tem início com a pré-limpeza dos grãos (para retirada de sujidades mais grosseiras), seguida do armazenamento, o qual deve ser realizado em silos com condições controladas de temperatura e umidade. Este é um processo de extrema importância, uma vez que preserva a integridade física e química dos grãos até o momento do processamento (WOERFEL, 1995; MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015).

O preparo do grão de soja é realizado através da quebra (separação dos cotilédones), decidindo-se pela retirada ou não da casca (tegumento), uma vez que o farelo com menor teor de proteína é obtido através da adição de casca de soja proveniente da fabricação do farelo com maior de proteína, o qual foi previamente descascado antes da extração do óleo. O grão de soja já quebrado passa por uma peneira de separação e é condicionado, (55 a 60°C), laminado (para obtenção de

lâminas de dois a quatro décimos de milímetro, com um a dois centímetros de superfície) e sofre cozimento (de 70 a 105°C e 20% de umidade), a fim de romper as paredes das células para posteriormente ser enviado à etapa de extração (WOERFEL, 1995; REGITANO-D'ARCE, 2006; MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015).

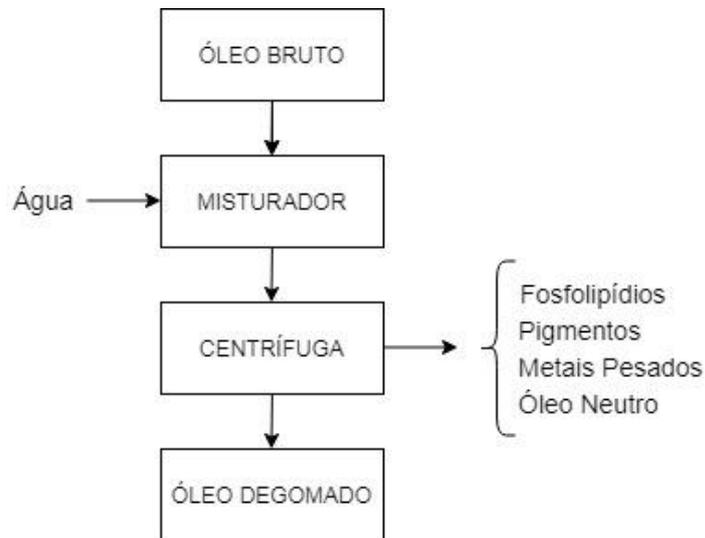
A etapa de extração consiste na retirada do óleo e na obtenção do farelo. A extração é realizada por solvente (MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015) e o mais utilizado é o hexano, devido à alta eficiência e ao baixo custo (HAMMOND *et al.*, 2005), cuja extração é baseada na solubilidade do óleo no solvente (CHENG *et al.*, 2018). A solução de óleo no solvente é chamada de miscela (MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015).

Após a extração, para recuperação do solvente, a miscela saturada é exposta a temperaturas entre 70°C a 90 °C e o solvente é volatilizado, restando o óleo bruto. Do farelo saturado com solvente, o hexano é retirado rapidamente, mediante exposição a vapor, a temperaturas que evitem a desnaturação da proteína (SERRATO, 1981; REGITANO-D'ARCE, 2006; CHENG *et al.*, 2018).

O óleo bruto após a dessolventização é submetido a degomagem (informação pessoal)¹, etapa em que ocorre a remoção de fosfolipídios e de substâncias coloidais, a fim de melhorar a estabilidade, impedir o escurecimento e facilitar o refino (figura 2). Os fosfolipídios também são chamados de gomas ou lecitina. A degomagem consiste na adição de 1 a 3% de água ao óleo aquecido a 60°C-70°C, sob agitação constante durante 20-30 minutos, para retirada dos fosfolipídios hidratáveis e/ou na adição 0,1 a 0,4% de ácido fosfórico para remoção dos fosfolipídios não hidratáveis. O precipitado formado é retirado através de centrifugação. A degomagem ácida, quando realizada, é feita durante o refino, na etapa de neutralização. A diferença dos métodos se dá na porcentagem de remoção das gomas e também influencia na pureza da lecitina obtida (ERICKSON, 1995; GUPTA, 2008; MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015; WANG, 2016).

¹ Informação fornecida pelo gerente de refino de uma indústria processadora de soja por mensagem eletrônica, em diálogo realizado entre os dias 12 a 22 de fevereiro de 2021.

Figura 2 - Fluxograma da etapa de degomagem do óleo de soja bruto.

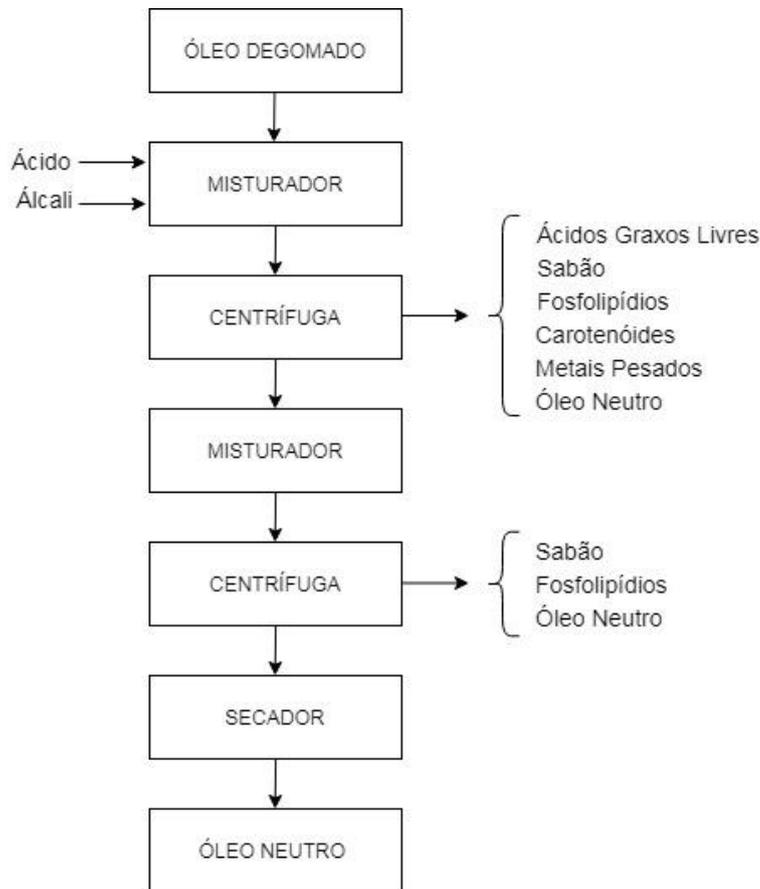


Fonte: MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015.

3.2.2 Refino

O refino é realizado por meio de diversas etapas e tem, como principal objetivo, a remoção de substâncias indesejáveis, de forma a transformar o óleo de soja bruto em comestível (WANG, 2002).

A primeira etapa do refino, neutralização, consiste na reação de ácidos graxos com um álcali (hidróxido de sódio ou carbonato de sódio) para a formação de sais (figura 3). No Brasil, o método contínuo é o mais utilizado devido à economia de tempo e redução de perdas no processo; a solução de álcali é adicionada ao óleo aquecido a 65°C -90°C e a borra resultante é retirada por centrifugação. Ao fim do processo, o óleo neutralizado é submetido à lavagem com água aquecida e novamente centrifugado para remover o sabão residual. A determinação da quantidade e da concentração (em graus Baumé) da solução de NaOH adicionada depende da acidez inicial do óleo degomado e uma quantia excedente a ser utilizada é baseada na eficiência do processo (ERICKSON, 1995; GUPTA, 2008; MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015; WANG, 2016).

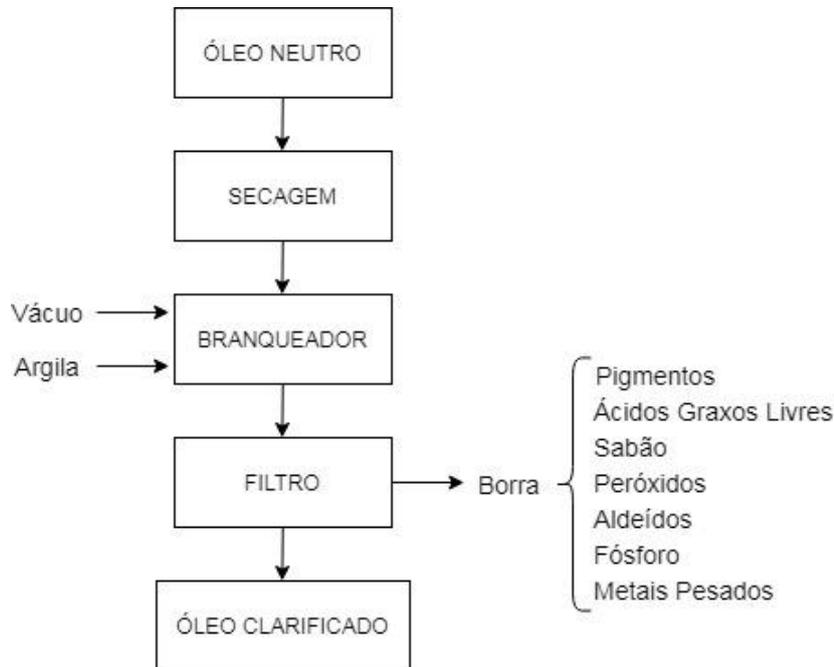
Figura 3 - Fluxograma da etapa de neutralização do óleo de soja degomado.

Fonte: MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015.

A clarificação ou branqueamento é a etapa que tem como principal finalidade, além de eliminar materiais que conferem coloração indesejável ao óleo, eliminar compostos resultantes da oxidação, sabões, fosfolipídios, metais, entre outros produtos advindos das etapas anteriores e, também, reduzir a coloração (figura 4) (ERICKSON, 1995).

O processo consiste, a princípio, na retirada da umidade do óleo neutralizado mediante altas temperaturas (80°C a 90°C) no vácuo durante 30 minutos. Posteriormente, ocorre a adição de terras clarificantes, ativadas ou naturais e/ou carvão ativado, nas proporções 10:1 ou 20:1, por meio de agitação à temperaturas de 80°C a 95°C durante 30 minutos. O óleo branqueado é, então, resfriado a 60°C – 70°C, e enviado a filtros prensa para retirar o óleo restante no bolo de filtragem (ERICKSON, 1995; GUPTA, 2008; MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015; WANG, 2016).

Figura 4 - Fluxograma do processo de clarificação do óleo de soja neutro.

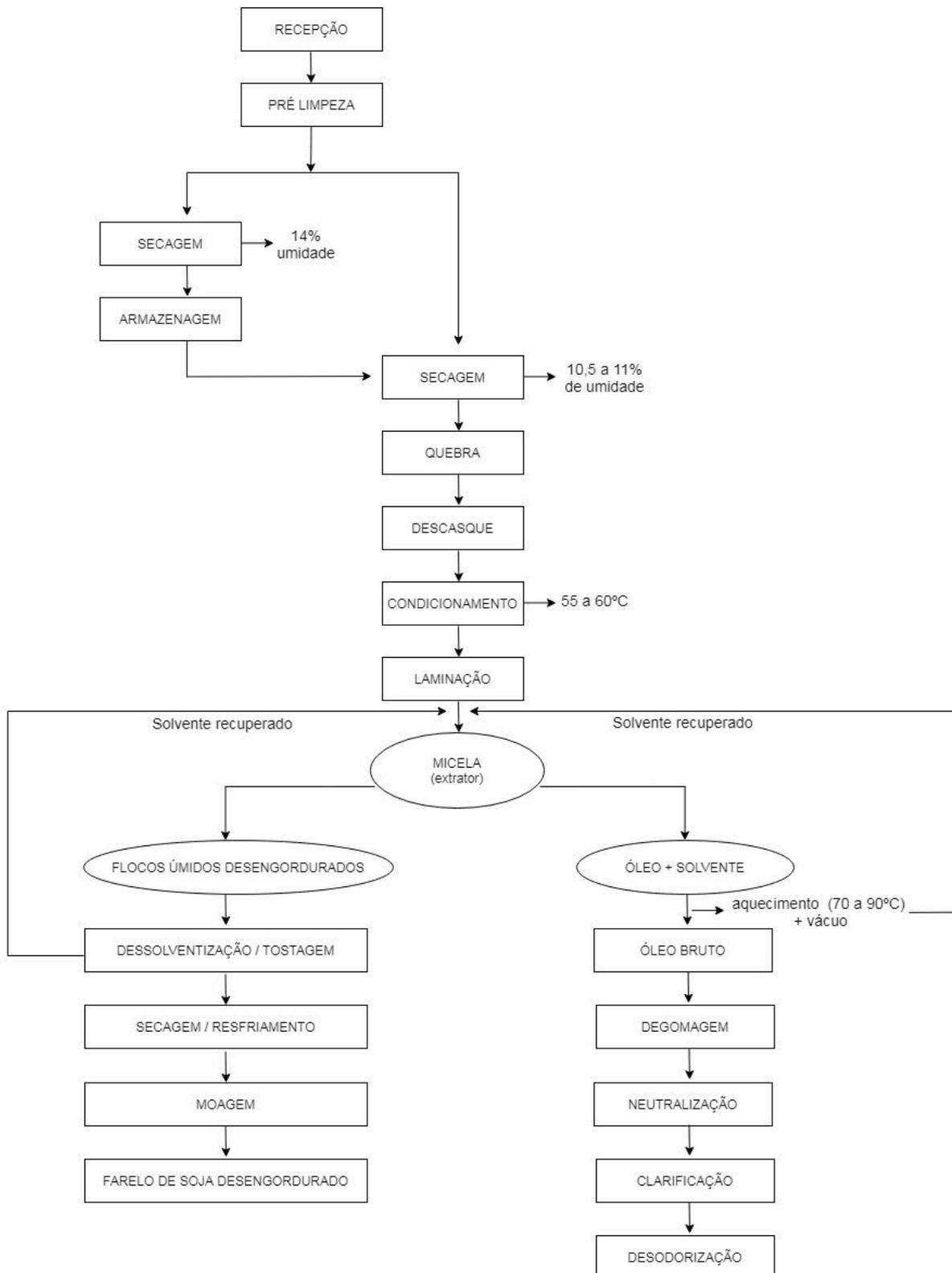


Fonte: MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015.

A desodorização, última etapa do refino convencional, consiste, através da utilização de vapor (240°C a 260°C) e vácuo (2 mm Hg a 6mm Hg), na remoção de substâncias que promovem sabores e odores indesejáveis no óleo, como ácidos graxos livres e peróxidos, aldeídos, cetonas, produtos de decomposição de proteínas, esteróis, fosfolípidios, substâncias naturais presentes, como ácidos graxos de cadeia curta e hidrocarbonetos insaturados. O alto vácuo é importante para reduzir a probabilidade de oxidação do óleo durante o processo (ZEHNDER, 1995; HAMMOND *et al.*, 2005; MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015; WANG, 2016).

A figura 5 ilustra as principais etapas do processamento dos grãos de soja para obtenção do óleo e do farelo.

Figura 5 - Fluxograma do processamento do óleo e do farelo de soja.



Fonte: Adaptado de MANDARINO; HIRAKURI; ROESSING, 2015.

O óleo bruto possui de 95 a 97% de triacilgliceróis, 1,5 a 2,5% de fosfatídeos, 1,6% de matéria insaponificável e 0,3 a 0,7% de ácidos graxos livres. Já o óleo refinado possui percentual maior que 99% de triacilgliceróis, 0,003% de fosfatídeos, 0,3% de matéria insaponificável e menos que 0,05% de ácidos graxos livres (PERKINS, 1995).

Os triacilgliceróis são os principais componentes da fração lipídica da soja, cujos ácidos graxos mais conhecidos são o ômega 9 (ω -9), o ômega 6 (ω -6) e o ômega 3 (ω -3), representados pelos ácidos oleico (24%), linoleico (54%) e linolênico (7%). (BENATTI *et al.*, 2004).

Para fins de classificação e determinação da qualidade do óleo de soja refinado, segundo Hammond *et al.* (2005), são comumente utilizados a avaliação sensorial, realizada por meio de um painel composto por especialistas, que irão constatar medidas de sabor e odor, bem como a avaliação química, utilizando análises como índice de peróxido, conteúdo de ácidos graxos livres, índices de cor, materiais coloridos e pigmentos, compostos polares, absorvância na faixa específica do UV (dienos e trienos conjugados) e teste do TBA, entre outros.

A RDC nº 481 (BRASIL, 2021) e a IN nº 87 (BRASIL, 2001) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA especificam, para óleos e gorduras refinados, limite de 0,6mg KOH g⁻¹ para acidez e 10meq kg⁻¹ para índice de peróxidos. Já a Instrução Normativa nº 49 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2006) determina características de qualidade para óleos vegetais refinados e classifica o óleo de soja como tipos I e II. Para o óleo tipo I, determina o limite de acidez $\leq 0,2$ mg KOH g⁻¹ e índice de peróxido $\leq 2,5$ meq kg⁻¹. Para o óleo tipo II, o limite de acidez deve ser entre 0,2 e 0,6 mg KOH g⁻¹ e o índice de peróxidos entre 2,5 e 10meq kg⁻¹.

3.2.3 Farelo de soja

Farelo é o produto resultante do processo de extração dos grãos de soja por processo mecânico ou químico. Após a etapa de extração, o farelo contém hexano. A dessolventização-tostagem é o procedimento realizado para a retirada do solvente residual do farelo em conjunto com um tratamento de calor (100 a 105°C) e umidade (16 a 24%), por 15 a 30 minutos, com objetivo de melhoria da qualidade nutricional do farelo. Em seguida, o farelo é submetido à secagem para adequação da umidade e

possibilitar a conservação do produto. Ao final da etapa, o farelo deve apresentar umidade próxima de 12% e temperatura de 32°C (WITTE, 1995).

O farelo de soja é considerado um insumo fundamental para a nutrição de aves, bovinos e suínos confinados e deve ser tostado quando destinado a alimentação animal. Se processado de maneira adequada, é altamente digerível e palatável e apresenta alto conteúdo proteico bruto (entre 42 e 50%); no entanto, o sub ou superprocessamento do farelo durante o tratamento térmico podem, por exemplo, acarretar na permanência dos fatores antinutricionais ou mesmo impactar na digestibilidade de alguns aminoácidos, como a lisina, a qual é considerada limitante no caso de suínos (BELLAVÉR; SNIZEK, 1999).

3.3 Influência da matéria-prima na qualidade do óleo de soja

A demanda por produtos de qualidade vem crescendo em todo o mundo e, na maioria das vezes, a matéria-prima utilizada é fator primordial na garantia dessa qualidade pela indústria (HAMMOND *et al.*, 2005; ARAUJO, 2008).

Atualmente, diversos trabalhos de pesquisa preocupam-se, além de discutir sobre os benefícios do consumo da soja e de seus produtos derivados, também em expor a necessidade dos cuidados com a matéria-prima, a fim de minimizar a ocorrência das frações de grãos com defeitos e os impactos no produto final.

No Brasil, o aumento da capacidade produtiva ao longo dos anos não foi acompanhado pelo avanço no que diz respeito aos aspectos estruturais e burocráticos necessários para a manutenção da qualidade dos produtos. De acordo com Hirakuri *et al.* (2018), além de fatores como estresses climáticos e nutricionais, problemas como custos de produção elevados e falta de subsídios, falta de mão de obra qualificada, capacidade de armazenamento a granel inferior ao montante produzido, utilização de estruturas alternativas e inadequadas para armazenagem e transporte em condições precárias são alguns dos motivos que podem acarretar perdas quantitativas e qualitativas dos grãos.

A qualidade e o armazenamento adequado da matéria prima influenciam na qualidade do óleo obtido e também dos demais produtos obtidos da extração do óleo de soja, como o farelo. Segundo Hurburgh e Brumm (2004), as características de qualidade de grãos englobam os parâmetros de armazenamento e distribuição e os parâmetros específicos de consumo, ou seja, composição química e valor nutricional.

Para Shahidi (2005), os principais fatores que afetam o armazenamento adequado da soja são umidade relativa do ar, o teor de água do grão, a temperatura e o tempo de armazenamento. A época de colheita, as condições edafoclimáticas e a ocorrência de doenças e pragas durante as etapas de campo e armazenamento também podem afetar a qualidade e quantidade do óleo obtido.

Os impactos mecânicos durante a colheita podem resultar em quebras e rachaduras nos grãos de soja, propiciando a entrada de fungos. As principais perdas relatadas devido à invasão de fungos são descoloração do grão, aquecimento da massa de grãos, perda de germinação, aumento do teor de ácidos graxos, degradação de qualidades nutritivas e produção de micotoxinas (SILVA *et al.*, 2000). Para que os fungos se desenvolvam e produzam micotoxinas são necessárias condições favoráveis de umidade, temperatura, pH e composição do substrato (PITT; HOCKING, 2009).

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por algumas cepas de fungos filamentosos pertencentes às espécies *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, e desde a descoberta das aflatoxinas, nos anos 60, têm sido alvo de pesquisas no que diz respeito à contaminação em alimentos e incidência de doenças em animais e seres humanos (CAST, 2003). Pesquisas realizadas no Brasil e no mundo já revelaram a ocorrência de micotoxinas em grãos de soja e em produtos derivados de soja, indicando que o problema pode ser preocupante.

As micotoxinas podem ser produzidas ainda no campo ou durante o armazenamento, quando há condições favoráveis para o crescimento dos fungos. No grupo das principais micotoxinas estudadas estão as aflatoxinas (B1, B2, G1 e G2), fumonisinas FB1 e FB2, ocratoxina A (OTA), tricotecenos e zearalenona (CAST, 2003). As aflatoxinas são produzidas pelas espécies *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* e são conhecidas pelos seus efeitos tóxicos, imunossupressores, mutagênicos, teratogênicos e carcinogênicos (PERAICA *et al.*, 1999; OSTRY *et al.*, 2017). Zearalenona é produzida principalmente pelo fungo *Fusarium Graminearium* e tem efeitos estrogênicos em várias espécies animais (CAST, 2003).

Segundo Robertson *et al.* (1973), grãos danificados no campo e durante a colheita e armazenados com teor de água elevado deterioraram rapidamente, proporcionando rápido aumento no teor de peróxidos, devido à oxidação, e produzindo óleos com elevadas taxas de ácidos graxos livres. As perdas durante o armazenamento podem ser causadas pelo crescimento de fungos, mas ocorrem

principalmente devido a rancidez oxidativa e por reações hidrolíticas (NAZ *et al.*, 2004; ARAUJO, 2004, REGITANO-D'ARCE, 2006).

A estabilidade oxidativa do óleo de soja, a qual é um dos maiores problemas para a indústria, depende, de acordo com Hammond *et al.* (2005), da sua composição, do manuseio antes da extração, das condições do processo e dos aditivos utilizados. Para Ali (2010), uma das principais considerações sobre a qualidade do óleo é a estabilidade oxidativa durante as etapas de colheita, armazenamento e processamento. Os cuidados básicos durante estas etapas, incluindo cultivar, condições climáticas, ponto e tipo de colheita, limpeza, local e condições (tempo, temperatura e umidade) de armazenamento, bem como as condições de transporte auxiliam na manutenção da qualidade dos grãos.

A deterioração lipídica (ou rancidez lipídica) é um processo espontâneo no qual os lipídeos insaturados presentes nos alimentos, quando submetidos a condições inadequadas de armazenamento, sofrem reações complexas e irreversíveis (ARAÚJO, 2008; FRANKEL, 2014). A rancidez lipídica pode ocorrer por meio da oxidação e/ou da hidrólise lipídica, gerando problemas tecnológicos para a indústria e causando perdas econômicas, nutricionais e principalmente sensoriais nos alimentos. O óleo de soja, por ser poliinsaturado é extremamente susceptível à oxidação, a qual depende da composição dos ácidos graxos ou de sua distribuição, como número, posição e geometria na cadeia (WANG, 2002).

A degradação lipídica pode ocorrer por diversas vias, dependendo do meio e dos catalisadores presentes. Alguns fatores, como a composição dos ácidos graxos, a concentração de oxigênio, umidade e temperatura influenciam e aceleram as reações de oxidação (SCHAICH, 2005; ARAUJO, 2008). Os ácidos graxos insaturados são extremamente sensíveis à oxidação na presença de luz (juntamente com um agente sensibilizante), calor, metais (como o ferro e o cobre) ou pela ação da enzima lipoxigenase, os quais atuam na ativação do oxigênio em oxigênio singlete, levando a formação de compostos secundários que causam ranço (SHAHIDI; ZHONG, 2005).

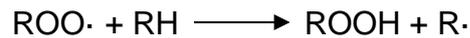
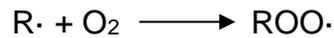
A auto-oxidação, ou seja, a reação espontânea do oxigênio atmosférico com os lipídeos, é o processo mais comum que normalmente leva a deterioração oxidativa nos alimentos. A figura 6 expõe o modelo proposto por Farmer *et al.* (1942), o qual apresenta o processo através de uma série de reações descritas como iniciação, propagação e terminação.

Figura 6 - Etapas da oxidação lipídica

Iniciação:



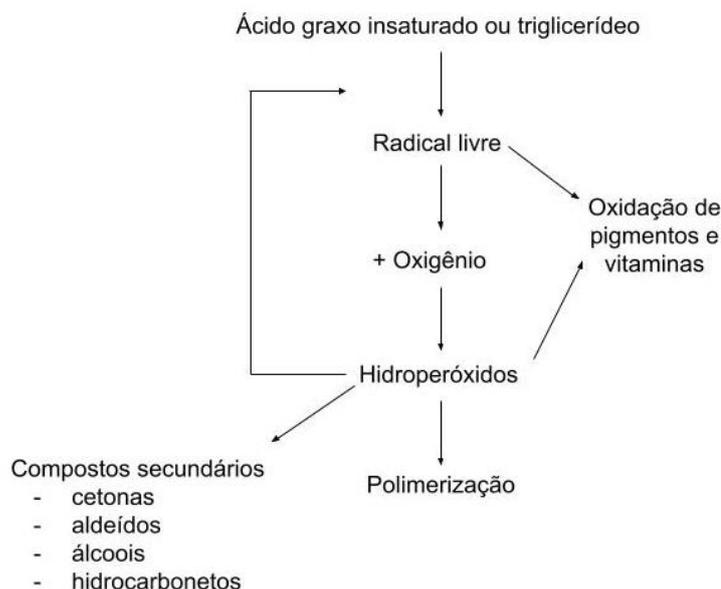
Propagação:



Término:

Fonte: Farmer *et al.* (1942)

A auto-oxidação tem início quando um ácido graxo insaturado sofre ataque de um iniciador suficientemente reativo para retirar um átomo de hidrogênio da cadeia e, ao ligar-se ao oxigênio, formar um radical livre peróxido. O oxigênio pode reagir com muitos substratos orgânicos para produzir peróxidos e outros compostos oxigenados. O radical de carbono resultante do ataque sofre rearranjo molecular e é estabilizado através da formação de um dieno conjugado. Em meio aeróbio, a reação segue em cadeia e os radicais peróxido, altamente instáveis, reagem entre si até que se esgotem as reservas de ácidos graxos insaturados e de oxigênio. Apesar de não serem voláteis, ao final da reação os radicais peróxido se decompõem e formam compostos estáveis de oxidação secundária, como aldeídos, cetonas, álcoois, hidrocarbonetos e ácidos graxos de baixo peso molecular, que são percebidos como *off-flavours* e causam alteração do sabor e o odor do alimento (Figura 7). O malonaldeído (MDA) é um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos insaturados (FRANKEL, 1980; MOORE; ROBERTS, 1998; SHAHIDI; ZHONG, 2005).

Figura 7 - Mecanismo geral da oxidação de lipídios

Fonte: adaptado de Labuza e Dugan Jr (1971)

A fotooxidação é uma via alternativa de formação de peróxidos, uma vez que a reação tem início pela presença de luz e de sensibilizantes, como a riboflavina e a clorofila. O tipo I da fotooxidação ocorre pela transferência de elétrons diretamente de um sensibilizante excitado para o ácido graxo poliinsaturado, gerando radicais livres; o tipo II ocorre quando um oxigênio tripleto, excitado pela luz na presença de sensibilizante, transforma-se em oxigênio singleto e reage com a cadeia de ácidos graxos insaturados, gerando hidroperóxidos (SCHAICH, 2005; FRANKEL, 2014).

A oxidação ocasionada pela lipoxigenase, denominada catálise enzimática, ocorre quando a enzima age como catalisadora da adição de um oxigênio na cadeia de ácidos graxos poliinsaturados, originando a formação de peróxidos e gerando aromas voláteis similares aos produzidos pela autooxidação (SCHAICH, 2005; FRANKEL, 2014).

A acidez do óleo de soja é decorrente da hidrólise dos triacilgliceróis presentes nos grãos, ocasionada pela ação de enzimas (como a lipoxigenase) ou por agentes químicos (ácidos/bases) e acelerada na presença de água em condições desfavoráveis de armazenamento. É um fator que pode variar com a qualidade da matéria-prima, uma vez que o aumento do percentual de grãos de soja com defeitos possui correlação direta com o índice de acidez da fração lipídica. A reação de

degradação geralmente ocasiona a formação de ácidos graxos livres (MACHADO *et al.*, 2015), diminuindo a qualidade do óleo e podendo causar odores e sabores indesejáveis.

Além da alteração de sabor e odor, a deterioração lipídica também pode ser responsável pela redução da qualidade nutricional dos alimentos, uma vez que compostos como clorofila, carotenoides e vitaminas reagem com os radicais livres gerados pela reação. Antioxidantes, como o ácido cítrico e o tocoferol, podem inibir ou retardar as reações de propagação através da ligação com radicais livres ou de outros mecanismos, como inativação de íons metálicos, sequestro de oxigênio e desativação de oxigênio singlete, destruição de hidroperóxidos e absorção da radiação UV, entre outros (FRANKEL, 1980; HAMMOND *et al.*, 2005).

A clorofila, pigmento responsável pela coloração verde nos grãos, pode tornar-se um problema à medida que permanece visível no óleo e nos subprodutos, bem como devido ao favorecimento de reações de oxidação pelo fato de servir como agente catalisador. As embalagens utilizadas atualmente para acondicionamento do óleo de soja, majoritariamente do tipo 'pet', tornam a questão ainda mais discutível devido a exposição do óleo a luz (FREITAS *et al.*, 2001; MANDARINO, 2005).

Segundo Oliveira (2019), a maior porcentagem de grãos com defeitos, como os picados por percevejos, fermentados e ardidados tem relação direta com o aumento do índice de acidez, de forma a acarretar prejuízos para a indústria na redução da qualidade do óleo. Ocorre aumento dos processos de degradação de ácidos graxos através de reações hidrolíticas e oxidativas e, conseqüentemente, um aumento de gastos para reduzir esta acidez para o nível exigido comercialmente. Freitas *et al.* (2001) também afirmou que a colheita dos grãos de maneira prematura originam lotes de grãos de soja verdes com um alto índice de clorofila em sua composição. Estes grãos contribuem para o desenvolvimento de reações de oxidação e também causam impactos financeiros na indústria, diminuindo o valor comercial do óleo, uma vez o tornam esverdeado e a quantidade necessária de clarificantes no processo de refino pode aumentar consideravelmente.

3.4 Impactos no processo em função da má qualidade da matéria-prima

Um processo industrial eficiente é aquele capaz de atender ao mercado oferecendo um produto de qualidade, com um custo competitivo e sustentável, em

longo prazo. No seguimento agroindustrial da soja, segundo a ABIOVE (2019), um dos maiores problemas relacionados à lucratividade e que impacta a competitividade do setor é a capacidade ociosa de esmagamento, que em 2018 girava em torno de 20 milhões de toneladas.

Para Sedyama *et al.* (2013), a maioria das empresas esmagadoras de soja busca implementar práticas de redução de custos com estratégias como a redução da capacidade ociosa, o aprimoramento da eficiência logística, o aumento da escala de produção, e a melhoria na gestão financeira, incluindo a redução de perdas.

As perdas verificadas na cadeia produtiva da soja no Brasil, cujo volume pode alcançar até 23% em uma única safra, tem início ainda no campo, quando relacionadas ao plantio e a colheita dos grãos, passando pelas etapas de armazenagem, transporte, processamento, distribuição, comercialização e consumo (DA COSTA *et al.*, 2008).

Uma grande parte das perdas está relacionada à qualidade dos grãos. Freitas *et al.* (2001), em trabalho realizado sobre a importância da qualidade dos grãos para a indústria, indicou as desvantagens na utilização de matéria-prima de má qualidade e elenca alguns fatores decisivos que influenciam nos custos e nas perdas no processo de produção do óleo de soja: a perda de óleo por arraste, o custo de hidróxido de sódio (NaOH) na etapa da neutralização, o custo da terra (argila) na etapa de clarificação e as perdas pelos grãos verdes devido ao excesso de clorofila.

As perdas no refino ocorrem, principalmente, durante as etapas de neutralização, de branqueamento e de desodorização do óleo. Na neutralização, as perdas ocorrem por saponificação, devido ao excesso de hidróxido de sódio adicionado, e por arraste do óleo na água de lavagem, devido à má qualidade da água. No branqueamento, a principal causa de perdas é o arraste do óleo na terra de branqueamento. Já na desodorização, ocorrem principalmente perdas por arraste nos ácidos graxos por excesso ou má distribuição do vapor direto (ERICKSON, 1995; ZEHNDER, 1995).

Para obtenção de dados do processo de extração e refino do óleo de soja, bem como para uma avaliação prática dos resultados obtidos neste trabalho, além da pesquisa bibliográfica, foi realizada consulta com uma planta de processamento com capacidade para extração de 1700 toneladas/ dia e, para refino, de 600 toneladas/dia. Obtivemos informações importantes que serão apresentadas a seguir.

Lotes com maior quantidade de grãos de soja com defeitos costumam ser recebidos pela indústria normalmente em final de safra pelo fato de ficarem mais tempo armazenados e sofrerem mais a ação das condições ambientais, bem como de pragas. Com o objetivo de minimizar o efeito desses grãos na qualidade do óleo obtido, é uma prática comum realizar a misturar de tais lotes com aqueles de melhor qualidade (“grãos de soja boa”) nos silos de armazenagem. A dosagem (mistura dos grãos) é sempre a menor possível para não prejudicar a qualidade do produto final e causar impacto no processo (informação pessoal)².

A neutralização é a primeira etapa do refino e, normalmente, a quantidade de soda cáustica a ser utilizada no processo é calculada de forma a neutralizar a acidez dos ácidos graxos livres e do ácido fosfórico utilizado para a remoção dos fosfolipídios não hidratáveis. Há ainda o cálculo de um excesso de soda, que depende diretamente da acidez inicial do óleo que será refinado e pode variar de 15 a 30% para óleos com baixa acidez e de 30 a 50% para óleos com alta acidez (DORSA, 2004).

O indicador para a acidez do óleo de soja degomado que chega na etapa de neutralização em 2020, na empresa em que foi realizada a consulta, era de no máximo 1% (expresso em ácido oleico²). Neste padrão do processo, são utilizados normalmente 3,37kg de hidróxido de sódio na concentração de 14,8 (ou 20°Bé) para cada tonelada de óleo neutralizado, a um custo de R\$1,55/kg (informação pessoal)¹.

Caso o índice de acidez do óleo ultrapassasse o limite de 1%, a concentração da soda cáustica utilizada aumenta para 24,1 (ou 30°Bé) e são utilizados 20% a mais do produto para garantir a reação devido a variação do valor da acidez durante todo o processo. Essa quantidade pode aumentar dependendo da acidez verificada. Como controle de processo, o índice de acidez é verificado a cada 2 horas, e o teor de sabões é conferido de hora em hora (caso esteja acima do padrão, é reduzida a quantidade de hidróxido de sódio utilizada) para evitar aumento de perdas por reações de saponificação devido ao uso excessivo de hidróxido de sódio (informação pessoal)³.

² Informação fornecida pelo gerente de refino de uma indústria processadora de soja por mensagem eletrônica, em diálogo realizado entre os dias 12 a 22 de fevereiro de 2021.

³ Para converter o resultado do índice de acidez expresso em % ácido oleico para mg KOH g⁻¹, é necessário multiplicar o valor obtido por 1,99.

Devido à exigência comercial de óleo de soja ser praticamente incolor, durante a etapa de branqueamento ocorre a remoção dos pigmentos que restaram das etapas anteriores. Uma das principais dificuldades relatadas no refino quando há excesso de grãos com defeitos é a remoção da cor vermelha do óleo, atribuída a presença de carotenoides (JORGE, 2009). De acordo com Freitas *et al.* (2001), o menor índice de coloração em unidade vermelho é 2, ou seja, o óleo obtido será considerado de boa qualidade; quando, entretanto, este índice atinge valor próximo de 10, o óleo será classificado como de baixa qualidade.

Óleos provenientes de lotes com maior quantidade de frações de grãos com defeitos apresentarão cor avermelhada em maior intensidade e podem conter clorofila em excesso; conseqüentemente, a dosagem de terras clarificantes no processo será maior, bem como as perdas intrínsecas desta etapa. Entretanto, há um limite, e ao atingi-lo, mesmo aumentando a quantidade de terra no processo, a cor não sofrerá alteração, o filtro poderá saturar e na abertura para limpeza, haverá perda de óleo por arraste.

Na referida indústria, por tonelada de óleo de soja branqueado, são utilizados em média 4,2kg de terra clarificante ao custo de R\$1,90/kg. No entanto o limite máximo utilizado pode chegar a 5,5kg, dependendo da cor do óleo (informação pessoal)¹.

As perdas na capacidade de produção estão relacionadas ao tipo de óleo que se está produzindo (envase em lata ou em garrafa PET) e a qualidade dos grãos de soja utilizados no processamento. Um processo que utiliza excesso de grãos avariados, além das perdas por arraste no solvente, aumento nas reações de saponificação e arraste na terra clarificante, também perde eficiência na velocidade de processamento. (FREITAS *et al.*, 2001).

Em uma situação padrão de processo, as perdas relatadas na etapa de neutralização são de 1,5% (informação pessoal)⁴.

⁴ Informação fornecida pelo gerente de refino de uma indústria processadora de soja por mensagem eletrônica, em diálogo realizado entre os dias 12 a 22 de fevereiro de 2021.

O fator de perda da neutralização é calculado por meio da divisão da % de perda na neutralização pela % de ácidos graxos livres contidos no óleo bruto. O rendimento da refinação, por sua vez, é descrito pela relação da quantidade de óleo neutro obtido no refino com a quantidade de óleo neutro que havia inicialmente no óleo bruto (DORSA, 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção e preparo das amostras

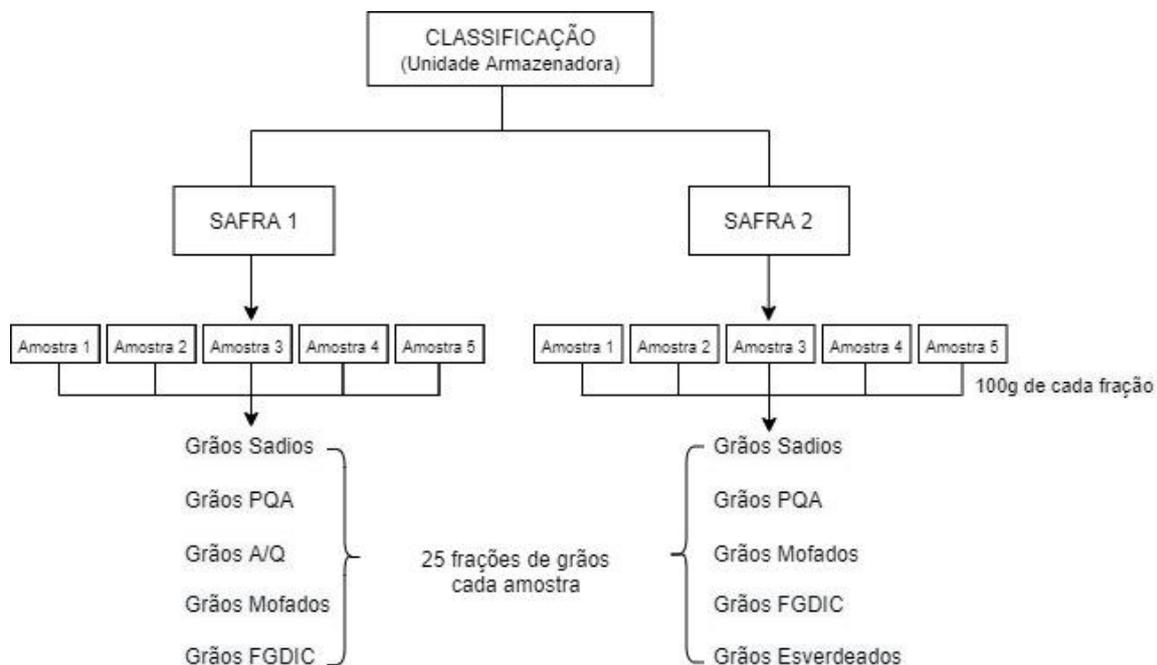
As amostras avaliadas neste estudo foram obtidas de lotes comerciais de grãos de soja recebidos pela CEAGESP (Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo), empresa que classifica e armazena grãos de soja.

Foram obtidas 10 amostras que continham cada uma das frações de defeitos estabelecidas pela classificação oficial brasileira (BRASIL, 2007) além da fração de grãos sadios. As frações de defeitos foram: a) grãos partidos, quebrados e amassados (PQA), b) grãos ardidos e queimados (A/Q), c) grãos mofados, d) grãos esverdeados e e) a somatória de grãos fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos (FGDIC). Para compor as amostras das frações separadas na etapa de classificação, os grãos de soja foram reunidos até a obtenção de, no mínimo, 100g. Desta forma, cada amostra avaliada neste trabalho foi composta de 100g de cada fração de defeitos e 100g da fração de grãos sadios.

As amostras foram divididas em duas safras, sendo que 5 compuseram a safra 1 e outras 5 constituíram a safra 2, totalizando 25 frações de grãos por safra e 50 frações no total, uma vez que na safra 2017/18 (safra 1) não houve ocorrência da fração de grãos esverdeados e, na safra 2018/19 (safra 2), não houve incidência de grãos ardidos e queimados.

As amostras de 1 a 5 (safra 2017/18), provenientes da região de Tatuí/SP, foram recebidas entre os meses de novembro e dezembro de 2018 e estavam armazenadas por um período de 5 meses em um silo vertical de armazenamento da CEAGESP. As amostras de 6 a 10 (safra 2018/19), provenientes das regiões de Tupã e São José do Rio Preto/SP e compostas de grãos recém-colhidos, foram recebidas para este estudo no mês de maio de 2019.

Para a realização das análises, as frações de cada amostra foram trituradas individualmente, na sua totalidade, empregando-se moinho (Marconi, modelo TE 020) para obtenção da granulometria $\leq 0,85$ mm (20 mesh) e armazenadas em refrigeração (entre 8°C e 10°C) até o momento das análises. De cada uma das frações, após a moagem, foi extraído o óleo e também obtido o farelo da soja. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Figura 8 - Fluxograma de obtenção das amostras

4.2 Determinação da composição centesimal

O teor de água dos grãos de soja que compunham as amostras foi avaliado pela unidade armazenadora, previamente ao envio para a realização das análises, por meio de determinador de umidade digital (Motomco, modelo 999ESI).

A composição centesimal (teores de água, proteína e cinza e extrato etéreo) foi determinada segundo as metodologias AOAC (1995) e Adolfo Lutz (2008). O teor de água foi determinado em estufa a 105° até peso constante (AOAC 31.1.02). O teor de cinza foi determinado submetendo as amostras em mufla a 550° até peso constante (AOAC 31.1.04). A determinação do teor de proteína bruta, ou seja, de nitrogênio total, foi realizada através do método Kjeldahl, com digestão em bloco digestor seguido da destilação e posterior titulação com ácido sulfúrico e com conversão da proteína bruta através do fator 6,25 (AOAC 31.1.08). O teor de extrato etéreo de cada fração de grãos foi obtido por extração em Soxhlet, segundo a metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), com base na perda de peso do material submetido à extração por hexano e posterior evaporação do solvente. Os resultados da composição centesimal foram expressos em porcentagem e em base seca.

Para a realização das análises de qualidade do óleo, a extração da fração lipídica foi realizada por meio do método descrito por Obadi *et al.* (2018), com adaptações, utilizando-se n-hexano na proporção 1:5 (amostra:solvente, p:v), agitação em mesa agitadora por 1 hora e filtragem em papel de filtro quantitativo. A evaporação do solvente foi realizada em rotaevaporador a 40°C (Tecnal – TE211) e o farelo resultante na filtragem, após a retirada do solvente por evaporação em capela com exaustão, foi utilizado para as análises de micotoxinas (item 4.6).

4.3 Determinação do índice de acidez

O índice de acidez do óleo extraído das frações de grãos foi determinado por meio do método Ca-5a-40 da AOCS (2004). Este método determina a quantidade de NaOH necessária para neutralizar os ácidos graxos livres presentes na amostra. A titulação foi realizada com solução padronizada de NaOH 0,01N e fenolftaleína como indicador. O cálculo foi realizado através da equação:

$$\% \text{Ácidos Graxos Livres em Ácido Oleico} = \frac{\text{volume do álcali (mL)} \times \text{normalidade do álcali} \times 28,2}{\text{peso da amostra (g)}}$$

O resultado foi multiplicado por 1,99 e expresso em mg KOH g⁻¹ amostra.

4.4 Absortividade na faixa do UV

A análise foi realizada por meio da metodologia Ch 5-91 descrita pela AOCS (2004). A análise consiste na medida espectrofotométrica da absorbância por compostos presentes na amostra, diluída em uma solução de isooctano, a fim de avaliar o grau de oxidação do óleo. Em 232nm absorve predominantemente os dienos conjugados e, em 268nm, os trienos conjugados e compostos de aroma como aldeídos e cetonas. A absortividade, ou absorbância específica, foi calculada através da fórmula:

$$E_{1\text{cm}}^{1\%} = \frac{A}{C}, \text{ onde:}$$

A – absorbância no comprimento de onda

C – concentração da solução de amostra, em g/100 mL.

4.5 Determinação de clorofila

A análise foi realizada utilizando-se a metodologia AOCS 13i-96 (2009), que consiste na determinação da clorofila total, expressa em feofitina a, em óleos vegetais crus. Os pigmentos são determinados através da medição da absorbância a 630nm, 670nm e 710nm, por meio da equação:

$$C = 345.3 \times (A_{670} - 0.5 \times A_{630} - 0.5 \times A_{710}) / L, \text{ onde:}$$

C = pigmentos de clorofila, expressos em mg de feofitina contidos em 1kg de óleo;

A = absorbância no respectivo comprimento de onda

L = espessura da cubeta.

4.6 Análise de micotoxinas no farelo

A extração de zearalenona (ZEA) e aflatoxinas (AFLA) do farelo de soja (6g) foi realizada utilizando solução de KCl (4%) e MeOH na proporção 1:4 (v/v) com agitação em velocidade alta por 60 minutos em mesa agitadora (Marconi MA-139) seguida de centrifugação por 10 minutos. A solução obtida foi filtrada e para limpeza e concentração das toxinas foram utilizadas colunas de imunoafinidade NeoColumm™ 8140 para ZEA e NeoColumm™ 8343 para AFLA (NeogenCo., UK).

A detecção e a quantificação das micotoxinas foram realizadas utilizando um cromatógrafo líquido (HPLC) da marca Shimadzu (Kyoto, Japão) equipado com: detector de fluorescência (RF-20AXS), detector de arranjo de diodos (SPD-M20A), bomba (LC-20AT), válvula para gradiente quaternário para bombas (LC20AD/AT), degaseificador (DGU-20A5), injetor automático (SIL-20A) e software LabSolution Multi PDA.

As condições cromatográficas foram: para ZEA, coluna Shim-pack GIST (4.0 x 250 mm, 5 µm, Shimadzu, Japão) e metanol:solução de ácido acético 0,1M (70:30 v/v) como fase móvel. Para AFLA, foi utilizada coluna X-Terra RP18 (4.6 x 150mm, 5µm, Waters, Milford, MA, EUA) e a fase móvel foi composta de metanol:acetonitrila:água (25:15:60, v/v/v). O fluxo foi ajustado para 1mL/min e volume de injeção de 50 µL, com tempo total de corrida de 15 minutos para ambas as micotoxinas. O detector de fluorescência foi configurado em EX 274nm e EM 440nm para zearalenona. Para

detecção de AFB1, o detector de fluorescência foi ajustado a EX 362nm e EM 440nm e empregou-se o derivatizador fotoquímico pós coluna (RDU, Romer Lab Diagnostica GmbH, Herzogenburg, Áustria). As diluições do padrão de ZEA (Z2125 – Sigma Aldrich, EUA) para obtenção da curva de calibração foram preparadas em metanol:água (70:30, v/v), variando de 0,017 a 0,121ng μL^{-1} ; Para AFB1, as diluições do padrão foram preparadas em água:acetoneitrila (9:1, v/v) e as concentrações da curva de calibração variaram de 0,00008 a 0,014ng μL^{-1} . As diluições dos padrões foram injetadas em triplicata no HPLC e, para ambas as micotoxinas, a média das três injeções de cada concentração foi usada para construir a curva de calibração, cuja linearidade foi verificada por meio do coeficiente de determinação (r^2).

O controle de qualidade analítico nas análises de ZEA e AFLA foi realizado através da determinação dos limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) e de testes de recuperação. O LD teórico foi determinado analisando o ruído do intervalo entre os dois minutos anteriores e os dois minutos posteriores ao tempo de retenção das micotoxinas, e foi considerado como o menor valor de concentração que resultasse em um pico de altura maior que 3 vezes a amplitude do intervalo do ruído analisado. Após a determinação dos valores teóricos de LD foram realizadas 7 repetições de uma análise completa adicionando-se solução de padrão contendo as micotoxinas no valor de contaminação calculado como LD. O LQ foi calculado multiplicando-se por 3 o valor de LD das micotoxinas ajustados para a concentração da solução padrão utilizada.

Para a realização dos testes de recuperação adicionou-se, em uma amostra de farelo de soja que não apresentou contaminação detectável de micotoxinas, uma quantidade da solução padrão contendo AFLA e ZEA. O teste de recuperação foi realizado em duas concentrações para zearalenona (50 e 100 $\mu\text{g kg}^{-1}$) e AFB1 (2,5 e 5 $\mu\text{g kg}^{-1}$) e também foram utilizadas amostras de referência de milho (QCM1C2 para AFLA e QCM2C2 para ZEA - Biopure™, Romer) com concentrações previamente conhecidas para ambas as micotoxinas para validação da metodologia.

Não houve detecção de picos no tempo de retenção de AFG2, e, na maioria das frações avaliadas, ocorreu um pico interferente próximo ao tempo de retenção de AFG1 e AFB2, cuja área variava entre as frações, impossibilitando a detecção e quantificação. Desta forma, optou-se pela avaliação apenas de AFB1, cuja incidência é maior no farelo obtido das frações, assim como foi observado no estudo realizado por Calori-Domingues *et al.* (2018) em frações de grãos de soja com defeitos.

4.7 Análise estatística

A significância dos resultados obtidos neste estudo ($p < 0,05$) foi analisada pelo teste de Wilcoxon (RANOVA), empregando o software SAS versão On Demand for Academics.

4.7.1 Análise de Componentes Principais (ACP)

A análise de componentes principais (ACP) é uma técnica multivariada e está associada à redução de dados com menor perda possível de informação, agrupando os indivíduos de uma população segundo a variação de suas características. Consiste em transformar um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais (HONGYU *et al.*, 2016).

A análise de componentes principais foi realizada no software XLSTAT, considerando a matriz de correlação das médias das interações das frações obtidas dos grãos de soja e das análises de estágio oxidativo do óleo.

4.7.2 Geração de banco de dados

Foram geradas 1000 possíveis combinações de grãos de soja, para obtenção do óleo, empregando quantidades variáveis de cada um dos tipos de grãos estudados. A quantidade das frações de grãos mofados, partidos, quebrados e amassados (PQA) e ardidos e queimados (AQ) foi escolhida de forma que respeitasse os limites máximos de tolerância de defeitos (%) em grãos de soja do Grupo II, tipo padrão básico, de acordo com a legislação brasileira. A acidez de cada um desses “óleos” obtidos foi estimada com base na acidez de cada um dos grãos empregados. Os óleos obtidos foram separados em três grupos, o primeiro com acidez $< 1\%$ (classe A, 128 combinações), o segundo com $1 \leq \text{acidez} < 1,5\%$ (classe B, 625 combinações) e o terceiro com acidez $\geq 1,5\%$ (classe C, 220 combinações).

4.7.3 Mineração de dados

O aprendizado de máquina é um método da matemática, ciência da computação e estatística que evoluiu a partir do estudo do reconhecimento de padrões e da teoria da aprendizagem computacional em inteligência artificial. A mineração de

dados é um processo que viabiliza a descoberta de informações em um grande volume de dados para fazer previsões precisas (TAN *et al.*, 2005).

Foram implementados os modelos de classificação Random Forest (RF), Sequential Minimal Optimization (SMO), Naive Bayes (NB), Multilayer Perceptron (MLP) e Classification and Regression Tree (CART) utilizando o software Weka (WaikatoEnvironment for Knowledge Analysis) versão 3.8. As amostras foram separadas em conjunto de teste e conjunto de treinamento utilizando 10 fold cross-validation. Cada algoritmo foi rodado 20 vezes para um total de 200 (20 x 10) possibilidades para cada modelo.

Os resultados obtidos de cada classificador foram reportados na forma de matriz de confusão (MAIONE, 2016). As classificações corretas estão representadas na forma de “Verdadeiro positivo (VP)” e “Verdadeiro negativo (VN)” e as classificações incorretas estão representadas na forma de “Falso positivo (FP)” e “Falso negativo (FN)”. Os dados contidos na matriz de confusão foram utilizados para obter parâmetros de desempenho como “precisão” (Equação 1), “sensitividade” (Equação 2) e “especificidade” (Equação 3).

$$\text{precisão (\%)} = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \times 100 \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{sensitividade (\%)} = \frac{TP}{TP+FN} \times 100 \text{ (Equação 2)}$$

$$\text{especificidade (\%)} = \frac{TN}{FP+TN} \times 100 \text{ (Equação 3)}$$

4.7.4 Correlação de Pearson

A partir do banco de dados gerado com as combinações de grãos de soja para obtenção do óleo, foi realizado o teste de correlação de Pearson ($p < 0,05$) para verificar a correlação entre a porcentagem de grãos de soja do tipo mofados utilizada e o aumento do índice de acidez do óleo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização das amostras

As frações obtidas das 10 amostras de grãos de soja avaliadas neste trabalho (figuras 9 a 14) foram oriundas do estado de São Paulo e provenientes de 2 safras.



Figura 9 - Grãos Sadios



Figura 10 - Grãos Partidos, Quebrados e Amassados



Figura 11 - Grãos Ardidos e Queimados



Figura 12 - Grãos Mofados



Figura 13 - Grãos Fermentados, Germinados, Danificados, Imaturos e Chochos



Figura 14 - Grãos Esverdeados

No total 25 frações de cada safra foram avaliadas (5 por amostra), exceto a fração de grãos esverdeados na safra 1, uma vez que estes perdem sua identidade durante o período de armazenamento e a fração de grãos ardidos e queimados, na safra 2, uma vez que são comumente originados durante o armazenamento.

O óleo extraído da fração de grãos sadios e o farelo resultante da extração do óleo estão expostos nas figuras 15, 16 e 17, respectivamente.



Figuras 15 e 16 - Óleo extraído da fração de grãos de soja sadios



Figura 17 - Farelo de soja resultante da extração do óleo após evaporação do solvente

5.2 Composição centesimal e estágio oxidativo do óleo

As médias dos resultados obtidos na determinação da composição centesimal (teores de água, proteína, cinzas e extrato etéreo) das frações de grãos de soja moídos e na determinação do estágio oxidativo e qualidade do óleo (índice de acidez, absortividade na faixa do UV e clorofila), nas duas safras analisadas, estão apresentadas nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Composição centesimal do óleo extraído das frações obtidas dos grãos de soja.

ANÁLISES	SAFRA 1					SAFRA 2				
	Sadios	PQA	A/Q	Mofados	FGDIC	Sadios	PQA	Mofados	FGDIC	Esverdeados
Teor de água (%)	8,2 ±0,36 a A	7,92±0,49 ab A	7,48±0,44 b	8,13±0,30 a A	7,65±0,33 b A	9,10±0,55 a B	8,13±0,48 b A	9,12±0,48 a B	9,17±0,41 a B	8,44±0,60 ab
Proteína (%)	32,63±0,47 b A	33,93±0,31 a A	33,89±0,47 a	34,68±0,41 a A	34,46±0,59 a A	30,87±0,56 c B	32,62±0,38 ab B	33,36±0,62 a B	32,88±0,73 a B	32,06±0,58 bc
Cinzas (%)	5,97±0,28 b A	6,24±0,19 ab A	6,41±0,18 a	6,39±0,24 a A	6,39±0,17 a A	6,68±0,16 b B	6,81±0,25 ab B	7,21±0,23 a B	6,75±0,14 b B	6,41±0,31 b
Extrato Etéreo (%)	22,64±0,52 b A	23,86±0,84 a A	23,83±0,13 a	21,97±0,22 b A	23,56±0,78 a A	23,02±0,33 bc A	24,86±0,79 a B	21,90±1,60 cd A	21,78±0,54 d B	23,21±0,20 b

*Valor médio ± desvio padrão (n=3). Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas para comparar os diferentes tipos de grãos de uma mesma safra e, maiúsculas, para comparar o mesmo tipo de grão em safras diferentes, não diferem estatisticamente pelo Teste de Wilcoxon ($p < 0,05$). PQA= partidos, quebrados e amassados; A/Q= ardidos e queimados; FGDI= fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos.

Tabela 5 - Análises para verificação da qualidade do óleo extraído das frações obtidas dos grãos de soja.

ANÁLISES	SAFRA 1					SAFRA 2				
	Sadios	PQA	A/Q	Mofados	FGDIC	Sadios	PQA	Mofados	FGDIC	Esverdeados
Índice de Acidez (mg KOH g ⁻¹ amostra)	1,32±0,36 e A	2,97±0,36 d A	14,21±1,71 b	22,57±2,34 a A	7,51±1,33 c A	1,29±0,08 e A	5,14±0,53 b B	26,76±1,82 a B	3,93±0,34 c B	2,11±0,20 d
Absortividade na faixa do UV										
232nm	4,25±0,98 c A	5,28±1,15 b A	5,46±0,69 b	6,91±0,65 a A	6,81±0,56 a A	3,28±0,30 d B	4,00±0,52 c B	5,26±0,35 a B	4,59±0,33 b B	2,89±0,12 e
268nm	0,31±0,05 c A	0,35±0,04 c A	0,75±0,15 b	1,06±0,23 a A	0,59±0,10 b A	0,23±0,02 b B	0,24±0,03 b B	0,35±0,05 a B	0,30±0,04 a B	0,21±0,03 b
Clorofila (mg/kg amostra)	0,86±0,84 d A	0,37±0,34 e A	5,11±1,64 b	33,20±8,12 a A	4,44±1,74 c A	0,64±0,56 d B	0,38±0,36 e A	15,76±2,33 b B	8,20±1,23 c B	26,31±0,93 a

*Valor médio ± desvio padrão (n=3). Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas para comparar os diferentes tipos de grãos de uma mesma safra e, maiúsculas, para comparar o mesmo tipo de grão em safras diferentes, não diferem estatisticamente pelo Teste de Wilcoxon (p<0,05). PQA= partidos, quebrados e amassados; A/Q= ardidos e queimados; FGDIC= fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos.

5.2.1 Teor de Água

O teor de água dos grãos de soja que compunham as amostras foi avaliado pela unidade armazenadora previamente ao envio. Os valores médios obtidos das safras 1 e 2 foram de 12,7% e 13,4%, respectivamente, e estão dentro do limite determinado na classificação oficial brasileira (BRASIL, 2007), cujo percentual máximo recomendado é de 14%. Estes dados foram apresentados em boletim de qualidade entregue no momento do recebimento dos grãos.

O teor de água médio obtido das frações de grãos de soja nas análises realizadas após a moagem foi de 7,9% na safra 1 e 8,8% na safra 2. Os resultados estão de acordo com os valores encontrados por Silva *et al.* (2012), uma vez que os grãos quando submetidos a moagem tendem a perder umidade.

Houve diferença ($p < 0,05$) no teor de água entre as frações de grãos de soja moídos dentro das safras estudadas. Na safra 1, os grãos sadios e mofados apresentaram teor de água estatisticamente maior que os grãos A/Q e FGDIC; dentro da safra 2, as frações de grãos sadios, mofados e FGDIC apresentaram maior teor de água que a fração de grãos A/Q. Comparando as mesmas frações de grãos nas duas safras estudadas, estatisticamente, o teor de água dos grãos sadios, grãos mofados e os grãos FGDIC foi maior na safra 2, e apenas entre os grãos PQA não houve diferença estatística entre as safras (Tabela 4).

5.2.2 Proteína

Os grãos da safra 1 (mantidos em armazenamento) apresentaram maior teor de proteína e houve diferença estatística quando comparados aos mesmos tipos de grãos da safra 2 (recém-colhidos), conforme observado na tabela 4. Resultado semelhante foi encontrado em trabalho realizado por Oliveira *et al.* (2013), no qual verificou-se aumento nos teores de proteína de grãos de soja ao longo do período de 12 meses de armazenamento. Segundo os autores, este fato se deve, provavelmente, ao consumo de carboidrato pelo grão de soja na respiração durante o armazenamento, consequentemente aumentando a porcentagem dos outros componentes, como a proteína.

Estatisticamente ($p < 0,05$), o teor de proteína da fração de grãos sadios é menor e diferiu das demais frações de grãos dentro das duas safras analisadas, com exceção dos grãos esverdeados, na safra 2. As frações de grãos com defeitos não diferiram

entre si dentro da safra 1, assim como não houve diferença entre os grãos PQA, mofados e FGDIC na safra 2.

Os maiores teores de proteína bruta foram encontrados nas frações de grãos com defeito em comparação às frações de grãos sadios, e resultados similares foram encontrados por Robertson *et al.* (1973) e por Souza (2015). No trabalho de Souza (2015), os grãos de soja analisados e enquadrados no padrão Fora de Tipo, com maior porcentagem de grãos com defeitos, foi o estrato cujos resultados de teor de proteína foram maiores.

De acordo com a Embrapa (2015), a concentração de proteína dos grãos pode ser influenciada por diversos fatores ambientais e genéticos e, para Coelho e Pereira (2002), a produção de compostos nitrogenados em função de alterações metabólicas em grãos pode ser responsável pelo aumento do teor de proteína bruta em grãos com defeitos.

5.2.3 Cinzas

O teor de cinzas nas frações dos grãos de soja sadios e com defeitos, em ambas as safras avaliadas, variaram entre 6,0 e 7,2%. As cinzas correspondem a fração mineral dos grãos.

Todas as frações de grãos da safra 2 apresentaram maior teor de cinzas e, estatisticamente ($p < 0,05$), diferiram dos grãos da safra 1. Entre as frações de grãos de uma mesma safra, houve semelhança estatística entre os grãos sadios e quebrados da safra 1, os quais divergiram das demais frações de grãos com defeitos. Já entre os grãos da safra 2, os grãos sadios apresentaram semelhança estatística com todas as frações, exceto com a fração de grãos mofados.

5.2.4 Extrato Etéreo

O teor de extrato etéreo variou entre as frações de grãos em ambas as safras avaliadas, entretanto os valores obtidos, entre 21 e 24% de óleo nos grãos, se encontram dentro do descrito na literatura, uma vez que o percentual depende diretamente de uma série de fatores intrínsecos e extrínsecos aos grãos (PERKINS, 1995).

Os maiores teores de óleo foram observados nas frações de grãos com defeitos, conforme observado na tabela 4. No trabalho de Souza (2015), grãos de soja com defeito também apresentaram maiores teores de extrato etéreo em relação aos grãos sadios. List *et al.* (1977), porém, acrescenta que, mesmo com teores semelhantes aos grãos sadios, a fração lipídica extraída de grãos com defeitos apresenta dificuldade na etapa de degomagem e a qualidade do óleo é reduzida, uma vez que apresenta grande quantidade de fosfolipídios não hidratáveis.

Foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) no teor de óleo entre as frações de grãos sadios e os grãos partidos, quebrados e amassados, ardidos e queimados, FGDIC e esverdeados, em ambas as safras. Por outro lado, não houve diferença estatística entre os grãos sadios e mofados, tanto dentro de uma mesma safra quanto intersafras.

Embora o tempo de armazenamento não tenha sido parâmetro de estudo, uma vez que as frações de grãos estudados não foram armazenadas de maneira intencional e as condições não foram controladas, observou-se que o teor de lipídeos não sofreu redução significativa nas frações de grãos de soja submetidas a armazenamento prolongado em silo em comparação com os grãos recém-colhidos. Bischoff (2015), em trabalho realizado com soja armazenada em diferentes condições, também não encontrou diferença significativa no teor de lipídeos nos grãos armazenados por 180 dias; já Hartmann Filho *et al.* (2016) verificaram pequeno declínio no teor de lipídios após armazenamento de grãos durante 6 meses. Ziegler, por sua vez, em estudo realizado em 2016, mostrou relação entre o aumento do tempo (180 e 360 dias) de armazenamento de grãos de soja e a consequente diminuição no teor de óleo.

5.2.5 Índice de Acidez

O índice de acidez é a medida relacionada ao conteúdo de ácidos graxos livres presentes no óleo e está intimamente relacionada à conservação do produto, uma vez que o processo de decomposição altera a composição de íons hidrogênio (LUTZ, 2008) bem como a qualidade da matéria prima utilizada.

Nas análises realizadas, foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) entre as frações de grãos de soja em ambas as safras, bem como aumento da acidez conforme a intensificação dos defeitos (tabela 5). As frações de grãos mofados e de grãos

ardidos e queimados foram os que apresentaram as maiores médias de acidez, seguido da fração de grãos FGDIC. Resultados semelhantes foram encontrados por Ramos (2018) em trabalho sobre evolução de defeitos em grãos de soja e implicações na qualidade do óleo, por Souza (2015) em trabalho sobre indicadores de qualidade em grãos de soja e também por Robertson *et al.* (1973), que observou aumento na acidez de grãos de soja conforme o nível de danos se elevou. A degradação lipídica envolve hidrólise de triacilgliceróis, resultando em ácidos graxos livres, e a ocorrência de maior acidez em grãos danificados deve-se ao fato da maior exposição a condições adversas que propiciam a deterioração.

Não foi observada diferença estatística nas frações de grãos sadios entre as duas safras estudadas; entretanto, em todas as frações de grãos com defeitos houve diferença. No geral, o índice de acidez dos grãos de soja da safra 1 foi menor, com exceção da fração de grãos FGDIC, a qual, dentre as frações estudadas, foi menor na safra 2.

5.2.6 Absortividade na Faixa do UV

Os hidroperóxidos são os primeiros componentes formados na fase inicial da oxidação lipídica e, apesar de serem inodoros e não voláteis, têm natureza instável, resultam na formação de dienos e trienos conjugados e se decompõem em compostos *off flavour* (HAMMOND *et al.*, 2005). Os valores de dienos e trienos alcançarão um valor máximo durante o progresso do processo de oxidação e diminuirão na medida em que a taxa de decomposição dos hidroperóxidos excede a sua taxa de formação (FRANKEL, 2014).

A determinação de dienos e trienos conjugados é um método mais rápido se comparado à determinação de peróxidos, uma vez que não depende de reações químicas e de desenvolvimento de cor, além de requerer uma pequena quantidade de amostra (SHAHIDI; WANASUNDARA, 2002).

O óleo obtido das frações de grãos de soja com defeitos apresentou maiores valores de absorbância no comprimento de onda 232nm em relação aos grãos sadios, indicando presença de dienos conjugados (produtos primários de oxidação), sendo esta ocorrência também observada na absorbância no comprimento de onda 268nm, o que sugere a presença de produtos secundários de oxidação, como aldeídos, cetonas e álcoois e trienos conjugados (FRANKEL, 2014).

A absorvância no comprimento de onda de 232nm da fração de grãos sadios foi estatisticamente menor ($p < 0,05$) em relação as frações de grãos com defeitos em ambas as safras estudadas, bem como houve diferença estatística quando comparadas as mesmas frações entre as safras, uma vez que a safra 1 apresentou maiores valores de absorvância neste comprimento de onda (tabela 5). Na safra 1, grãos PQA não diferiram da fração A/Q e os grãos mofados não diferiram da fração FGDIC. Já na safra 2 houve diferença estatística entre todas as frações de grãos.

A absorvância no comprimento de onda de 268nm foi maior ($p < 0,05$) nas frações com defeitos, principalmente nos grãos de soja da safra 1, na qual a diferença foi mais expressiva. Estatisticamente, a fração de grãos mofados foi a que apresentou maior resultado, seguido das frações de A/Q e FGDIC, as quais não apresentaram diferença entre si, assim como as frações de sadios e PQA. Na safra 2, as frações de grãos mofados e FGDIC apresentaram maior absorvância e não apresentaram diferença estatística entre si, assim como as frações de grãos sadios, PQA e esverdeados.

Robertson *et al.* (1973), em estudo sobre a qualidade do óleo de soja obtido a partir de grãos com defeitos, também encontrou valores crescentes de dienos e trienos conjugados conforme aumento no nível de danos dos grãos. Para Clark e Snyder (1991), ainda que os hidroperóxidos e os compostos derivados de sua formação sejam eliminados durante as etapas de refino, o óleo refinado obtido será de menor qualidade.

5.2.7 Clorofila

A presença de clorofila na soja está diretamente relacionada à presença de grãos esverdeados e imaturos, uma vez que grandes concentrações tornam o óleo mais escuro e fotossensível, bem como impactam no refino, pois aumenta o uso de terras clarificantes e reduz o rendimento do processo (MANDARINO, 2005).

Nas análises realizadas, foi observada diferença estatística entre todas as frações de grãos, nas duas safras analisadas, conforme observado na tabela 5. Entre as safras, comparando uma mesma fração, a única que não apresentou diferença ($p < 0,05$) foi a de grãos PQA.

Na safra 2, a fração que apresentou concentração mais elevada de clorofila foi a de grãos esverdeados, seguida da fração de grãos mofados. Na safra 1, não houve

incidência de grãos esverdeados e foram os grãos mofados que apresentaram a maior concentração de clorofila. Em ambas as safras, a fração de grãos PQA foi a que apresentou menor concentração de clorofila, seguida dos grãos sadios.

Nunes (2013) em trabalho realizado com soja, verificou que a quantidade de grãos imaturos presente na extração possui relação diretamente proporcional ao aumento de clorofila no óleo e, conseqüentemente, afeta também a qualidade. Neste trabalho, a fração FGDIC incluiu grãos imaturos e apresentou teor elevado de clorofila em comparação aos grãos sadios nas duas safras analisadas, principalmente na safra 2 (grãos recém-colhidos); entretanto não é possível precisar a quantidade utilizada, uma vez que a fração é uma mistura de grãos com defeitos.

5.3 Análise de Componentes Principais

A PCA representa a distribuição dos indivíduos (frações de grãos de soja) em relação aos vetores (resultados das análises de estágio oxidativo do óleo de soja) e possibilita avaliação gráfica da correlação entre as variáveis (figura 18). Os dois componentes principais (Fator 1 e Fator 2) explicam 87,8% da variação dos dados, sendo que o Fator 1 explica a maior parte desta (66,67%).

As frações de grãos localizadas na parte positiva da primeira componente principal (Fator 1) são as de grãos com defeitos graves (mofados de ambas as safras e A/Q da safra 1) e a fração FGDIC também da safra 1 (figura 18A). É possível observar, através do gráfico (figura 18B), que a fração de grãos mofados das safras 1 e 2 estão correlacionados positivamente com o conteúdo de clorofila e com o índice de acidez do óleo. Já as frações de grãos A/Q e FGDIC da safra 1 apresentaram correlação com a absorvidade na faixa o UV, ou seja, com o conteúdo de dienos e trienos conjugados do óleo.

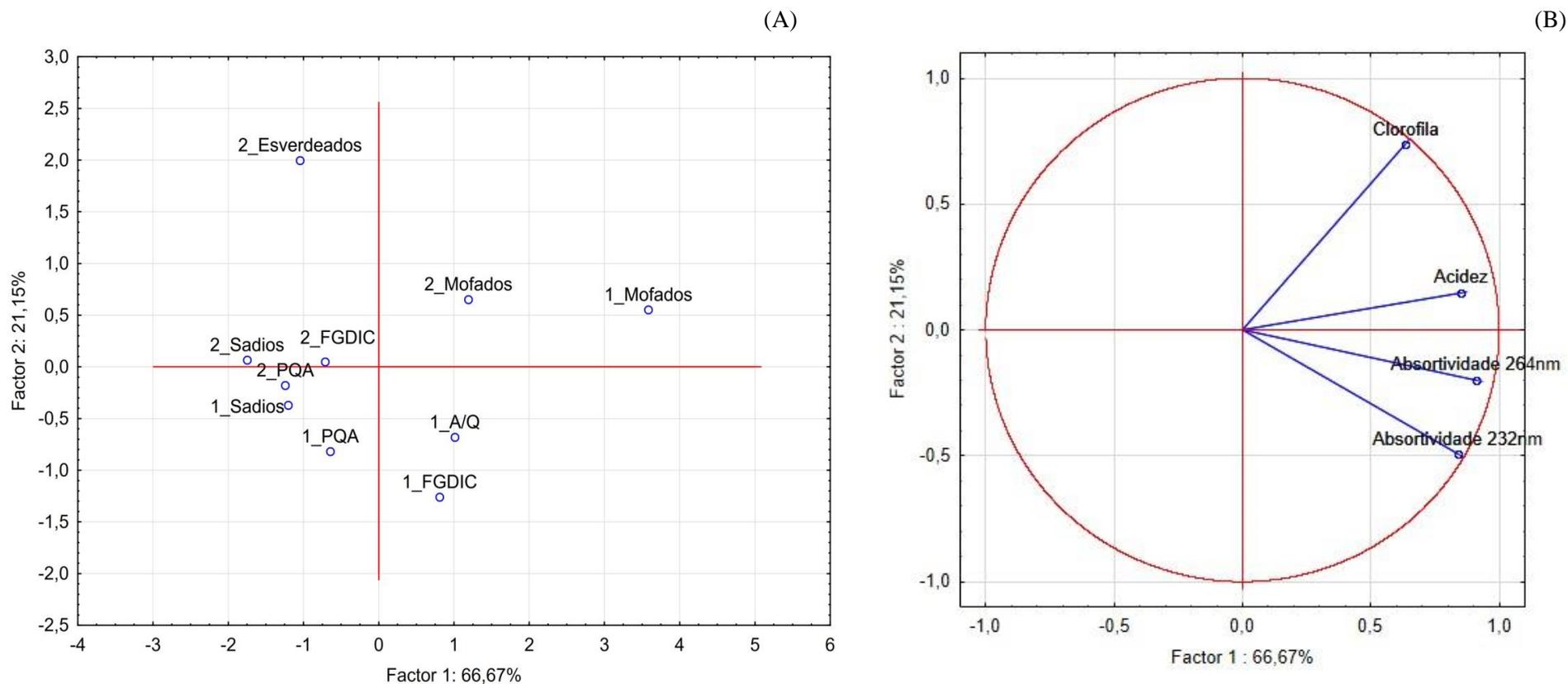
As frações de grãos sadios e PQA de ambas as safras analisadas, localizadas na parte negativa da primeira componente principal, assim como as frações de grãos esverdeados e FGDIC da safra 2, não foram correlacionadas com nenhuma das variáveis.

Os dados obtidos na análise confirmam a importância do controle do índice de acidez e do teor de clorofila em óleos originados de grãos com defeitos, uma vez que apresentaram relação direta com a fração de grãos mofados de ambas as safras. As frações de defeitos A/Q e FGDIC da safra 1 também demonstraram relação com a

estabilidade oxidativa do óleo, uma vez que foram correlacionadas com o conteúdo de dienos e trienos conjugados presentes.

Os resultados ainda apontam que os grãos de soja que foram mantidos por maior período armazenados podem ter influência na qualidade do óleo de soja, uma vez que os grãos da safra 1 foram os que apresentaram maior relação com as variáveis analisadas.

Figura 18 - Análise de componentes principais sobre a matriz de correlação das frações obtidas de grãos de soja e das análises de estágio oxidativo do óleo.



* A) representação das frações de grãos de soja; B) representação das análises de estágio oxidativo do óleo extraído das frações de grãos; 1_ fração de grãos pertencente à safra 1; 2_ fração de grãos pertencente à safra 2. PQA= partidos, quebrados e amassados; A/Q= ardidos e queimados; FGDIC= fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos.

5.4 Micotoxinas no farelo de soja

A ocorrência e distribuição da contaminação pelas micotoxinas aflatoxina B1 e zearalenona no farelo de soja obtido das frações de grãos de soja com defeitos pode ser observada nas tabelas 6 e 7.

Para a AFB1 (tabela 6), a incidência se limitou apenas na fração de grãos mofados, cuja concentração obtida variou de $<0,1$ a $1,4 \mu\text{g kg}^{-1}$ na safra 1 e de $<0,1$ a $1,6 \mu\text{g kg}^{-1}$ na safra 2.

De acordo com a Resolução RDC nº 7, da ANVISA (BRASIL, 2011), os alimentos comercializados no Brasil devem respeitar o limite máximo tolerado (LMT) para a presença de micotoxinas. Entretanto, não foi estabelecido o LMT de aflatoxinas especificamente para grãos e farelo de soja como para outros produtos agrícolas. Os valores de LMT variam de $5 \mu\text{g kg}^{-1}$ para cereais, feijão e produtos de cacau; $10 \mu\text{g kg}^{-1}$ para castanhas, nozes, amêndoas, frutas secas a $20 \mu\text{g kg}^{-1}$ para castanha do Brasil com casca, especiarias, milho e amendoim. Neste trabalho, a maior contaminação de AFB₁ encontrada no farelo obtido das frações de defeitos dos grãos de soja foi de $1,6 \mu\text{g kg}^{-1}$, estando, portanto, abaixo dos LMT estabelecidos para os diferentes produtos contemplados na legislação.

Para zearalenona (tabela 7), com exceção da amostra 1, houve contaminação no farelo obtido da fração de grãos mofados, e a amostra 8 também na fração de grãos FGDIC. A faixa de contaminação variou com concentrações entre $11,3$ e $20,4 \mu\text{g kg}^{-1}$ na safra 1 e, na safra 2, de <10 a $19,8 \mu\text{g kg}^{-1}$.

Como observado para a contaminação com aflatoxinas, também não foi estabelecido o LMT de zearalenona para grãos de soja na Resolução RDC nº 7, da ANVISA (BRASIL, 2011). Os valores de LMT variam de $200 \mu\text{g kg}^{-1}$ para cereais e arroz beneficiado, $400 \mu\text{g kg}^{-1}$ para trigo, $800 \mu\text{g kg}^{-1}$ para arroz integral e $1000 \mu\text{g kg}^{-1}$ para farelo de arroz. A contaminação da amostra que apresentou maior concentração de zearalenona foi $20,4 \mu\text{g kg}^{-1}$ (apenas na fração de grãos mofados) e, portanto, dentro dos limites toleráveis para contaminação por zearalenona em produtos alimentícios.

Resultados similares foram encontrados por Calori-Domingues *et al.* (2018) em estudo no qual verificaram a ocorrência e distribuição de micotoxinas em frações de defeitos de 30 amostras de grãos de soja coletadas nos estados de SP, MT, GO e PR. Observaram incidência de 53% de AFB1 com concentração média estimada variando

de traços a $7,9 \mu\text{g kg}^{-1}$, e incidência de 83% de zearalenona com concentração média estimada variando de traços a $104,3 \mu\text{g kg}^{-1}$. A maior concentração encontrada de AFB1 foi $61,3 \mu\text{g kg}^{-1}$ em uma fração de grãos mofados e, e zearalenona, foi de $3548 \mu\text{g kg}^{-1}$ em uma fração de grãos A/Q. É importante ressaltar que, além da fração de grãos de soja mofados, também foi encontrada ocorrência de micotoxinas nas outras frações de defeitos, uma vez que a contaminação pode variar de acordo com as condições ambientais a que os grãos são submetidos desde a produção até o armazenamento.

Jacobsen *et al.* (1995) também avaliaram 24 amostras de grãos de soja danificados e zearalenona foi encontrada em 19 destas, com contaminação variando entre 80 a $1720 \mu\text{g/kg}$, assim como também foi encontrada na casca (16 das 17 amostras analisadas) e no óleo extraído (2 de 3 amostras analisadas) dos grãos.

Neste estudo optou-se por não realizar a análise de ocorrência de micotoxinas no óleo de soja, uma vez que as concentrações observadas tanto de AFLA quanto de ZEA nas amostras dos farelos estavam abaixo dos limites estabelecidos pela legislação. Além disso, os estudos mostram que, dependendo das condições de extração, cerca de 10 a 20% da contaminação observada nos grãos passam para o óleo bruto (ABALAKA; ELEGBEDE, 1982). Em revisões realizadas por Bordin *et al.* (2014) e por Bhat e Reddy (2017), trabalhos são citados indicando que aflatoxinas não são extraídas quando é utilizado hexano como solvente de extração do óleo de matrizes oleaginosas e que, portanto, a maior parte das micotoxinas é retida no farelo desengordurado. Outros autores indicam também redução ou a eliminação de aflatoxinas e zearalenona em óleos vegetais quando submetidos ao refino, uma vez que há indícios que os processos utilizados durante as etapas são capazes de degradar as micotoxinas (PARKER; MELNICK, 1966; KAMIMURA *et al.*, 1986).

Apesar da contaminação observada neste trabalho nas análises realizadas no farelo de soja não ter sido elevada e estar dentro dos limites estabelecidos pela legislação, são necessárias pesquisas com um número maior de amostras devido à incidência cada vez mais frequente de micotoxinas em grãos e produtos derivados de soja.

Tabelas 6 e 7 - Distribuição da contaminação da aflatoxina B1 ($\mu\text{g kg}^{-1}$) e de zearalenona ($\mu\text{g kg}^{-1}$) no farelo obtido das frações dos grãos de soja.

Amostras		Concentração de AFB1					
		Sadios	PQA	A/Q	Mofados	FGDIC	Esverdeados
SAFRA 1	1	ND	ND	ND	ND	ND	NA
	2	ND	ND	ND	1,38	ND	NA
	3	ND	ND	ND	ND	ND	NA
	4	ND	ND	ND	ND	ND	NA
	5	ND	ND	ND	<LQ	ND	NA
Média*		ND	ND	ND	0,77	ND	NA
SAFRA 2	6	ND	ND	NA	0,82	ND	ND
	7	ND	ND	NA	1,08	ND	ND
	8	ND	ND	NA	1,58	ND	ND
	9	ND	ND	NA	1,16	ND	ND
	10	ND	ND	NA	<LQ	ND	ND
Média*		ND	ND	NA	0,96	ND	ND

Amostras		Concentração de Zearalenona					
		Sadios	PQA	A/Q	Mofados	FGDIC	Esverdeados
SAFRA 1	1	ND	ND	ND	ND	ND	NA
	2	ND	ND	ND	11,3	ND	NA
	3	ND	ND	ND	20,4	ND	NA
	4	ND	ND	ND	18,7	ND	NA
	5	ND	ND	ND	16,4	ND	NA
Média*		ND	ND	ND	16,7	ND	NA
SAFRA 2	6	ND	ND	NA	11,9	ND	ND
	7	ND	ND	NA	11,4	ND	ND
	8	ND	ND	NA	<LQ	19,8	ND
	9	ND	ND	NA	16,6	ND	ND
	10	ND	ND	NA	<LQ	ND	ND
Média*		ND	ND	NA	10,0	19,8	ND

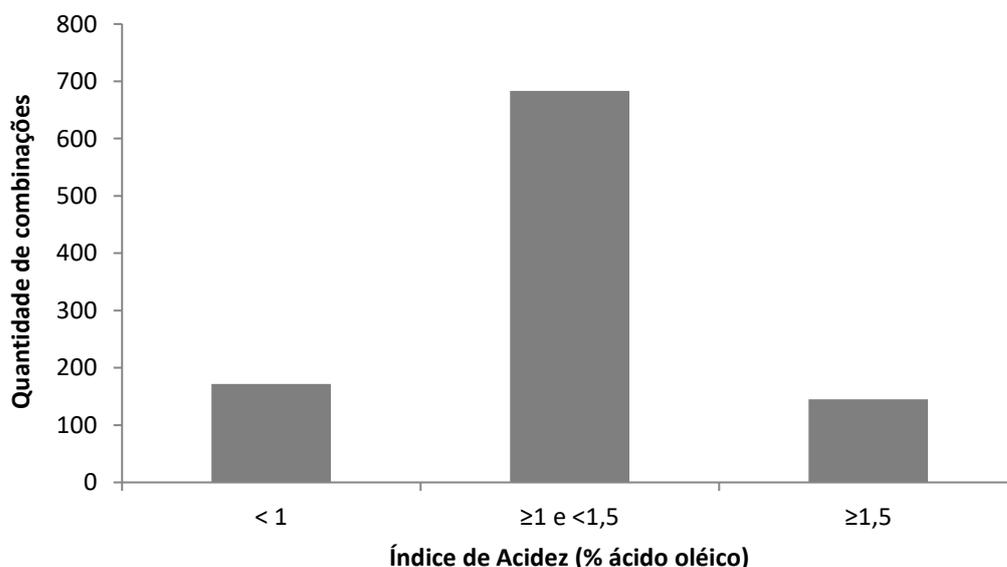
*média das frações contaminadas; ND=não detectado; NA=fração não disponível; PQA= partidos, quebrados e amassados;<LQ= concentração abaixo do limite de quantificação (AFB1: $0,3 \mu\text{g kg}^{-1}$ e ZEA: $10 \mu\text{g kg}^{-1}$); A/Q=ardidos e queimados; FGDIC=fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos.

5.5 Estimativa do índice de acidez do óleo com base na composição dos grãos de soja

Considerando as informações apresentadas e discutidas e por meio dos resultados obtidos na análise do índice de acidez das frações de grãos de soja, tendo em vista o impacto que grãos de soja com defeitos podem causar na etapa da neutralização, foi realizada uma estimativa da acidez do óleo bruto com base na porcentagem das frações de grãos sadios e com defeitos utilizadas no processamento. Desta forma, respeitando os limites determinados pela classificação oficial brasileira (BRASIL, 2007), 1000 combinações possíveis de frações de grãos de soja foram randomizadas. O índice de acidez, expresso em % de ácido oleico, foi dividido em 3 faixas: $<1\%$, $\geq 1\%$ e $<1,5\%$ e $\geq 1,5\%$.

Foi observado, a partir dos resultados estimados obtidos, que 17,2% das combinações de grãos apresentaram índice de acidez menor que 1%. A maioria das combinações (68,3%) apresentou acidez maior que 1% e menor que 1,5% e, por fim, 14,5% das combinações realizadas na simulação exibiram acidez no intervalo entre 1,5% e 2% (Gráfico 5). A tabela com todas as combinações utilizadas nesta e nas análises subsequentes pode ser visualizada no anexo (página 81).

Gráfico 5 - Quantidade de combinações de tipos de grãos de soja de acordo com o intervalo do índice de acidez obtido.

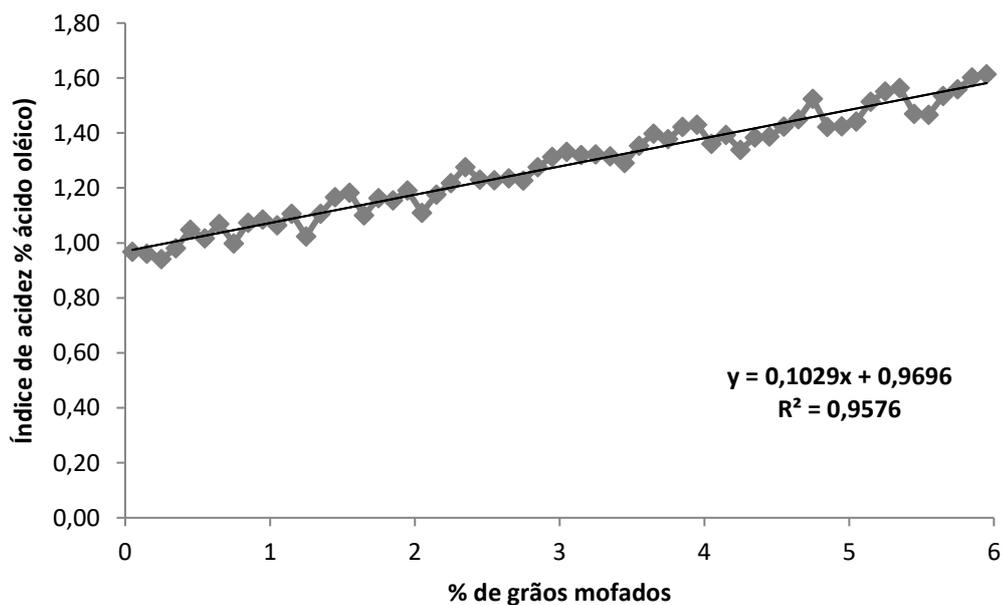


Nas combinações geradas cujo índice de acidez foi menor do que 1%, a porcentagem de grãos da fração mofados variou entre 0 e 2,9%; já com acidez entre 1,5% e 2%, a porcentagem de grãos mofados variou entre 2,8% e 5,97%. O maior índice de acidez simulado foi de 1,87%, e a porcentagem de grãos mofados utilizada nesta combinação foi de 5,9%.

Na análise de correlação de Pearson, o coeficiente de correlação obtido entre a porcentagem de grãos mofados utilizada no processamento e o índice de acidez do óleo foi positivo e forte ($r=0,78$). Na prática, isso significa que quanto maior e mais frequente a presença deste tipo de grão no processo, maior será a tendência de aumento do índice de acidez do óleo, uma vez que existe relação direta entre as variáveis. O coeficiente de correlação entre a porcentagem de grãos partidos, quebrados e amassados e o índice de acidez também foi positiva ($r=0,58$). Entretanto, não foi observada correlação entre o aumento dos grãos ardidos e queimados e a acidez do óleo ($r=0,002$).

O diagrama de dispersão das médias obtidas na simulação realizada com as combinações dos tipos de grãos evidencia a tendência de aumento do índice de acidez (eixo y) em função da quantidade (%) de grãos mofados (eixo x) (gráfico 6).

Gráfico 6 - Diagrama de dispersão do índice de acidez do óleo bruto em função uso dos grãos mofados



Certamente a indústria não utiliza apenas grãos com defeitos no processamento do óleo de soja, mas os resultados obtidos na realização deste trabalho indicam que a utilização de frações de grãos com defeitos tem influência direta nos parâmetros de qualidade, mesmo em pequena quantidade e dentro do percentual permitido pela legislação brasileira, e que o impacto também pode ser financeiro, uma vez que nas etapas do refino a eficiência fica reduzida e os custos com matéria prima se elevam.

5.6 Predição do índice de acidez do óleo com base na composição dos grãos de soja

Levando em consideração o impacto que grãos de soja com defeitos podem causar durante o processamento e no produto final, para a indústria é de extrema importância que haja controle e, também, o trabalho com a prevenção das perdas.

Neste estudo, a utilização da técnica de mineração de dados atuou como um modelo de classificação do óleo bruto, com base no índice de acidez, por meio da identificação de padrões dos grãos utilizados.

Foram utilizados cinco modelos de classificação que permitiram discriminar as 3 faixas de acidez do óleo dependendo da quantidade de cada fração de grãos de soja estudada. A tabela 8 mostra a matriz de confusão obtida por cada um dos algoritmos de classificação.

Foi obtida a precisão de classificação empregando RF, SMO, NB, MLP e CART de 95,7%, 96,9%, 86,3%, 99,4% e 91,3%, respectivamente. Para todos os modelos foi obtida precisão acima de 85%, mostrando a viabilidade da utilização para prever, a partir da composição de grãos utilizados, o índice de acidez do óleo de soja bruto. O melhor modelo de predição foi o MLP, classificando corretamente 994 classes de óleos dos 1000 gerados e obtendo as melhores precisões para cada um dos três tipos de óleos, com base no índice de acidez, individualmente.

A principal vantagem da utilização da mineração de dados, neste caso, é o desenvolvimento de um modelo para identificação dos grãos que serão utilizados a fim de minimizar as perdas relatadas durante o processamento. Para trabalhos futuros, algumas das limitações deste trabalho podem ser abordadas, como o aumento do número e a abrangência das amostras, uma vez que apenas grãos provenientes do estado de São Paulo fizeram parte da pesquisa.

Tabela 8 - Matriz de confusão obtida pelos diferentes modelos implementados

Algoritmo							
RF	a	b	c	<--	classified	as	
	164	8	0		a =	A	
	7	666	10		b =	B	
	0	18	127		c =	C	
SMO	a	b	c	<--	classified	as	
	164	8	0		a =	A	
	1	680	2		b =	B	
	0	20	125		c =	C	
NB	a	b	c	<--	classified	as	
	149	23	0		a =	A	
	37	609	37		b =	B	
	0	40	105		c =	C	
MLP	a	b	c	<--	classified	as	
	170	2	0		a =	A	
	1	679	3		b =	B	
	0	0	145		c =	C	
CART	a	b	c	<--	classified	as	
	155	17	0		a =	A	
	22	643	18		b =	B	
	0	30	115		c =	C	

* RF=Random Forest; SMO=Sequential Minimal Optimization; NB=Naive Bayes; MLP=Multilayer Perceptron; CART=Classification and Regression Tree.

5.7 Conclusão

A qualidade dos grãos de soja utilizados na indústria é fator fundamental para a obtenção de um produto final de qualidade. Grãos com defeitos, mesmo quando presentes em quantidade permitida pela legislação brasileira, são considerados um problema tanto na comercialização quanto na agroindústria, uma vez que geram prejuízo aos produtores, dificultam o processamento, elevam os custos operacionais e reduzem a qualidade do óleo e do farelo.

A fração de grãos mofados foi a que apresentou maior impacto no índice de acidez (22,6mg KOH g⁻¹ na safra 1 e 26,8 mg KOH g⁻¹ na safra 2) e de incidência de

dienos conjugados (6,9% e 5,3% respectivamente nas safras 1 e 2) e trienos conjugados (1,1% na safra 1 e 0,4% na safra 2) nas amostras de ambas as safras avaliadas, bem como apresentou também elevado teor de clorofila (33,2 mg kg⁻¹ na safra 1 e 15,8 mg kg⁻¹ na safra 2). A fração de grãos ardidos e queimados (A/Q) e a fração de grãos fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos (FGDIC) também apresentaram resultados expressivos nas análises, indicando influência negativa na qualidade dos produtos.

Houve incidência de AFB₁ apenas no farelo obtido da fração de grãos mofados, em concentração < 2 µg kg⁻¹. Para zearalenona, com exceção da amostra 1, o farelo obtido da fração de grãos mofados do restante das amostras apresentou contaminação que variou entre <10 a 20,4 µg kg⁻¹ e a fração de grãos FGDIC da amostra 8 apresentou contaminação de 19,8 µg kg⁻¹. No entanto, o fato de a ocorrência de micotoxinas no farelo de soja extraído das frações de grãos não ter sido relevante e estar abaixo dos LMT estabelecidos na legislação brasileira sugere a necessidade de mais estudos, uma vez que outros trabalhos indicaram a presença da aflatoxina B₁ e zearalenona tanto nos grãos quanto no farelo de soja. A ocorrência de micotoxinas é sazonal e dependente de outros fatores, como condições favoráveis de umidade, temperatura, pH e composição do substrato, e por este motivo é de extrema importância o monitoramento da contaminação.

A técnica de mineração de dados para o desenvolvimento de um modelo de composição dos grãos é uma opção para a agroindústria da soja para obter melhor rendimento e minimizar perdas no processo, assim como para a indústria alimentícia em geral, uma vez que vem sendo cada vez mais utilizada em estudos como os de reconhecimento de origem e diferenciação de alimentos e substâncias em geral.

Considerando os resultados obtidos pelas análises realizadas nas frações de grãos de soja e no óleo obtido dessas frações, bem como os dados do processo e os obstáculos descritos devido ao uso de grãos com defeito na indústria, é possível inferir que a qualidade da matéria-prima é importante e exerce impacto na qualidade da fração lipídica, bem como em toda cadeia agroindustrial.

REFERÊNCIAS

- ABALAKA, J. A.; ELEGBEDE, J. A. Aflatoxin distribution and total microbial counts in an edible oil extracting plant. I. Preliminary observations. **Food and Chemical Toxicology**, v. 20, n. 1, p. 43-46, 1982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Estatística Mensal do Complexo Soja**. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Crescimento do setor passa pela agregação de valor**. 2019. Disponível em: https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2019/07/Abiove_Agrega%C3%A7%C3%A3o-e-Biodiesel.pdf. Acesso em: 23 de março de 2021.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4ª Ed. Viçosa: Editora UFV, 596 p., 2008.
- ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R.; FILHO, A. F. L.; PETERNELLI, L. A.; COSTA, A. R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 606-613, 2009.
- ALI, N. Soybean processing and utilization. **The soybean: botany, production and uses**, p. 345-374, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16th ed. Washington, 1995.
- AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society**. Champaign, 2004.
- AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society**. Champaign, 2009.
- ASBRIDGE, D.D. Soybeans vs. other vegetable oils as a source of edible oil products. *In: Practical handbook of soybean processing and utilization*, p. 1-8, 1995.
- BELLAVER, C.; SNIZEK JUNIOR, P.N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. *In: Congresso Brasileiro de Soja*. Londrina-PR, EMBRAPA, 1999.
- BENATTI P.; PELUSO, G.; NICOLAI, R.; CALVANI, M. Polyunsaturated fatty acids: biochemical, nutritional and epigenetic properties. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 23, n. 4, p. 281-302, 2004.
- BISCHOFF, T. Z. **Qualidade tecnológica do óleo de soja obtido de grãos armazenados em condições ambientais controladas**. 2015. 85f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015.

BHAT, R.; REDDY, K. R. N. Challenges and issues concerning mycotoxins contamination in oil seeds and their edible oils: Updates from last decade. **Food Chemistry**, v. 215, p. 425-437, 2017.

BOLLA, K. N. Soybean consumption and health benefits. **International journal of scientific & technology research**, v. 4, n. 7, p. 50-3, 2015.

BORDIN, K.; SAWADA, M. M.; DA COSTA RODRIGUES, C. E.; DA FONSECA, C. R.; OLIVEIRA, C. A. F. Incidence of aflatoxins in oil seeds and possible transfer to oil: a review. **Food Engineering Reviews**, v. 6, n. 1-2, p. 20-28, 2014.

BRASIL. Resolução RDC 481, de 15/03/2021. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, 17/03/2021.

BRASIL. Instrução Normativa 87, de 15/03/2021. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, 17/03/2021.

BRASIL. Instrução Normativa 46, de, 22/12/2006. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União**, 26/12/2006.

BRASIL. Instrução Normativa 11, de 15/05/2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União**, 16/05/2007.

BRASIL. Resolução RDC 07, de 18/02/2011. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, 09/03/2011.

CALORI-DOMINGUES, M. A.; IWAHASHI, P. M. R.; PONCE, G. H.; GLORIA, E. M. D.; DIAS, C. T. D. S.; BUTTON, D. C.; DE CAMARGO, A. C. Aflatoxin B1 and zearalenone in soybeans: Occurrence and distribution in whole and defective kernels. **Food Additives & Contaminants: Part B**, v. 11, n. 4, p. 273-280, 2018.

COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Mycotoxins: risk's in plant, animal and human systems**. Washington, 199 p., 2003.

CHENG, M. H.; SEKHON, J. J.; ROSENTRATER, K. A.; WANG, T.; JUNG, S.; JOHNSON, L. A. Environmental impact assessment of soybean oil production: Extruding-expelling process, hexane extraction and aqueous extraction. **Food and Bioproducts Processing**, v. 108, p. 58-68, 2018.

CLARK, P. K.; SNYDER, H. E. Hydroperoxide formation in soybean seeds during storage. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 68, n. 5, p. 346-347, 1991.

COELHO, K. F.; PEREIRA, R. G. F. A. Influência de grãos defeituosos em algumas características químicas do café cru e torrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 375-384, 2002.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Commission Regulation (EC) no 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. **Official Journal of the European Union**, L 364, p.5-24, 2006b.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em 10 de abril de 2021.

DA COSTA, N. P.; MESQUITA, C. de M.; PORTUGAL, F. F. Transferência de tecnologias em prevenção de perdas na colheita na cultura da soja. **Embrapa Soja - Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2008.

DELOUCHE, J. C. **Pesquisa em sementes no Brasil**. Brasília: Agiplan, 1975.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SOJA. **Uso da Soja**. Disponível em: <http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/uso-da-soja/>. Acesso em: 12 de julho de 2019.

DORSA, R. **Tecnologia de óleos vegetais**. Campinas: Ideal, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2015. **Soja sofre redução no teor de proteína ao longo do tempo**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/7693893/soja-sofre-reducao-no-teor-de-proteina-ao-longo-do-tempo>. Acesso em: 28 de junho de 2021.

ERICKSON, D.R. Degumming and Lecithin Processing and Utilization. In: **Practical handbook of soybean processing and utilization**, p. 174-183, 1995.

ERICKSON, D.R. Neutralization. *In: Practical handbook of soybean processing and utilization*, p. 184-202, 1995.

ERICKSON, D.R. Bleaching/Adsorption Treatment. *In: Practical handbook of soybean processing and utilization*, p. 203-217, 1995.

FARMER, E. H.; BLOOMFIELD, G. G.; SUNDRALINGAM, S.; SUTTON, D. The course and mechanism of autoxidation reactions in olefinic and polyolefinic substances, including rubber. **Transactions of the Faraday Society**, v. 38, p. 348-356, 1942.

FRANKEL, E. N. Lipid oxidation. **Progress in lipid research**, v. 19, n. 1-2, p. 1-22, 1980.

FRANKEL, E. N. **Lipid oxidation**. Elsevier, 2014.

FREITAS, M. A.; GILIOLI, J. L.; MELO, M. A. B.; BORGES, M.M. O que a indústria quer da soja? **Revista Cultivar**, Pelotas, v.3, n. 26, p.16-21, 2001. Disponível em: http://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/gc26_soja.pdf. Acesso em 10 de fevereiro de 2021.

FOSTER, R., WILLIAMSON, C. S., & LUNN, J. BRIEFING PAPER: culinary oils and their health effects. **Nutrition Bulletin**, 34(1), p. 4-47, 2009.

GUNSTONE, F.D. Vegetable oils. *In: Bailey's Industrial oil and fat products*, 2005.

GUPTA, M. K. **Practical guide to vegetable oil processing**, AOCS Press. Urbana, USA, 2008.

HAMMOND, E. G.; JOHNSON, L. A.; SU CAIPING; WANG, T.; WHITE, P. J. Soybean oil. *In: Bailey's industrial oil and fat products*, v. 2, p. 577-653, 2005.

HARTMANN FILHO, P.C.; GONELI, A.L.D.; MASETTO, T.E.; MARTINS, E.A.S.; OBA, G.C.; SIQUEIRA, V.C. Quality of second season soybean submitted to drying and storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 3, p. 267-275, 2016.

HIRAKURI, M. H.; LORINI, I.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; HENNING, F.A.; MANDARINO, J.M.G; OLIVEIRA, M.A.; BENASSI, V.T. **Análise de aspectos econômicos sobre a qualidade de grãos de soja no Brasil**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2018.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; DE OLIVEIRA JUNIOR, G.J. Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S Engineering and Science**, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2016.

HURBURGH, C. R.; BRUMM, T.J. **Grain Quality. Managing Grain After Harvest**, C.J. Bern and T.J. Bern, eds. Department of Agricultural and Biosystems Engineering, Iowa State University, Ames, Iowa, 2004.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Produção de soja avança no interior de São Paulo**, 2020. Disponível em: <https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2020/02/28/producao-de-soja-avanca-no-interior-de-sao-paulo.ghtml>. Acesso em: 01 de julho de 2021.

JACOBSEN, B.J., HARLIN, K.S.; SWANSON, S.P.; LAMBERT, R.J.; BEASLEY, V.R.; SINCLAIR, J.B.; WEI, L.S. Occurrence of fungi and mycotoxins associated with field mold damaged soybeans in the midwest. **Plant disease**, v. 79, n. 1, p. 86-88, 1995.

JORGE, N. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. São Paulo: Cultura Acadêmica, v. 1, p. 165, 2009.

KAMIMURA, L.M.; NISHIJIMA, M.; TABATA, S.; YASUDA, K., USHIYAMA, H.; NISHIMA J.J. Survey of mycotoxins contamination in edible oil and fate of mycotoxins during oil-refining processes. **Food Hygiene and Safety Science** (Shokuhin Eiseigaku Zasshi), v. 27, n. 1, p. 59-63_1, 1986.

LIST, G.R.; EVANS, C.D.; WARNER, K.; BEAL, R.E.; KWOLEK, W.F. Quality of oil from damaged soybeans. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 54, n. 1, p. 8-14, 1977.

LIU, K. Soybeans: chemistry, technology, and utilization, 1997.

LOPES, M.A.S.; RESENDE, O.; BESSA, J.F.V.; LIMA, R.R. **Teor de óleo e índice de acidez de grãos de soja danificados por percevejo na lavoura e armazenado em diferentes temperaturas.** In: V Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano. 2016. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/CEICT/34258-TEOR-DE-OLEO-E-INDICE-DE-ACIDEZ-DE-GRAOS-DE-SOJA-DANIFICADOS-POR-PERCEVEJO-NA-LAVOURA-E-ARMAZENADOS-EM-DIFERENTES->. Acesso em 28 de julho de 2017.

LORINI, I. Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil-safra 2016/17. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2018.

LUTZ, I. A. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: ANVISA, 2008.

MACHADO, G.C.; CHAVES, J.B.C.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Ceres**, v. 53, n. 308, 2015.

MAIONE, C. **Mineração de dados para o reconhecimento da origem e do tipo de alimentos e outras substâncias com base em sua composição química.** 2016. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

MANDARINO, J. M. G. **Coloração esverdeada nos grãos de soja e seus derivados.** Comunicado Técnico 77, Londrina: Embrapa Soja, 2005.

MANDARINO, J. M. G.; HIRAKURI, M. H.; ROESSING, A. C. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos.** Londrina: Embrapa Soja, 2015.

MOORE, K.; ROBERTS, L. J. Measurement of lipid peroxidation. **Free radical research**, v. 28, n. 6, p. 659-671, 1998.

NASH, A. M.; FRANKEL, E. N.; KWOLEK, W. F. Degumming soybean oil from fresh and damaged beans with surface-active compounds. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 61, n. 5, p. 921-923, 1984.

NAZ, S.; SHEIKH, H.; SIDDIQI, R.; SAYEED, S. A. Oxidative stability of olive, corn and soybean oil under different conditions. **Food Chemistry**, v. 88, n. 2, p. 253-259, 2004.

NUNES, A, L. S. **Quantificação de clorofila em óleo vegetal extraído de soja com diferentes percentuais de grãos imaturos.** 2013. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

OBADI, M., ZHU, K. X., PENG, W., NOMAN, A., MOHAMMED, K., ZHOU, H. M. Characterization of oil extracted from whole grain flour treated with ozone gas. **Journal of Cereal Science**, v. 79, p. 527-533, 2018.

OLIVEIRA, M. A.; LORINI, I., MANDARINO, J. M. G., LEITE, R. S., QUIRINO, J. R., CORRÊA-FERREIRA, B. S.; VILAS BOAS, R.L.P; DELAFRONTTE, B. **Teores de óleo**

e proteína em grãos de soja, com diferentes manejos de percevejo, da colheita ao armazenamento, utilizando a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR). In: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: AMERICAS: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOYBEAN UTILIZATION, 2013, Bento Gonçalves. Proceedings... Brasília, DF: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM., 2013.

OLIVEIRA, M. A.; LORINI, I., MANDARINO, J. M. G., BENASSI, V.T., FRANÇANETO, J. B., HENNING, A. A., KRZYZANOWSKI, F.C.; HENING, F.A.; HIRAKURI, M.H.; LEITE, R.S.; OSTAPECHEN, C.F.; SANTOS, L.E.G.; SHIMABUKURO, S.K.; SOUZA, R.Y.Y.; LION, A.V.; AVANZI, B.B. **Teores de clorofila total em grãos de soja colhidos na safra 2015/16 e 2016/17 no Brasil.** In: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 8., 2018, Goiânia. Inovação, tecnologias digitais e sustentabilidade da soja: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

OLIVEIRA, M.A. **Acidez no grão gera prejuízos para indústria do óleo de soja,** 2019. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2019/05/21/acidez-no-grao-gera-prejuizos-para-industria-do-oleo-de-soja/>. Acesso em: 23 de janeiro de 2020.

OSTRY, V.; MALIR, F; TOMAN, J.; GROSSE, YAN. Mycotoxins as human carcinogens - the IARC Monographs classification. **Mycotoxin research**, v. 33, n. 1, p. 65-73, 2017.

PARAGINSKI, R.T; ZIEGLER, V; HAEBERLIN, L. **Formação de grãos ardidos de soja: um problema que começa na lavoura e termina na indústria,** 2017. Disponível em: <https://maissoja.com.br/formacao-de-graos-ardidos-de-soja-um-problema-que-comeca-na-lavoura-e-termina-na-industria/>. Acesso em: 16 de janeiro de 2020.

PARKER, W. A.; MELNICK, D. Absence of aflatoxin from refined vegetable oils. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 43, n. 11, p. 635-638, 1966.
PERAICA, M.; RADIC, B.; LUCIC, A.; PAVLOVIC, M. Efectos tóxicos de las micotoxinas en el ser humano. **Bol. OMS.** n.2, 2000.

PERKINS, E.G. Composition of soybeans and soybean products. In: **Practical handbook of soybean processing and utilization**, p. 9-28, 1995.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and food spoilage.** New York: Springer, 2009.

PONTES NETTO; ZANLUCHI, A.T.; SASSAHARA, M.; YANAKA, E.K., D. Micotoxinas em alimentação animal no período de maio/1997 a março/2001 no laboratório de toxicologia veterinária da Universidade Estadual de Londrina-Londrina-PR. **Semina: Ci Agrárias**, v. 23, n. 1, p. 63-69, 2002.

QIU, L. J.; CHANG, R. Z. The origin and history of soybean. **The soybean: botany, production and uses**, p. 1-23, 2010.

RAMOS, A.H.; KROESSIN, F.; FERREIRA, C.D.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M.C. **Evolução de Defeitos em Grãos de Soja e Suas Implicações na Qualidade do Óleo e das Proteínas**. In: VII Conferência Brasileira de Pós-Colheita. X Simpósio Paranaense de Pós-Colheita de Grãos. Londrina/PR. Anais da VII Conferência Brasileira de Pós-Colheita, p. 774-780, 2018.

REGITANO-D'ARCE, M.A.B. Extração e refino de óleos vegetais. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**, v. 1, p. 300-354, 2006.

RYDHAG, L.; WILTON, I. The function of phospholipids of soybean lecithin in emulsions. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 58, n. 8, p. 830-837, 1981.

ROBERTSON, J.A.; MORRISON III, J.W.; BURDICK, D. Chemical evaluation of oil from field-and storage-damaged soybeans. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 50, n. 11, p. 443-445, 1973.

SANDERS, J.H. Predicting the flavor stability of soybean oil. **Oil & Soap**, v. 21, n. 12, p. 357-360, 1944.

SASSAHARA, M.; YANAKA, E.K.; PONTES NETTO, D. Ocorrência de aflatoxina e zearalenona em alimentos destinados ao gado leiteiro na Região Norte do Estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 24, n. 1, p. 63-72, 2003.

SCHAICH, K. M. Lipid Oxidation: Theoretical Aspects. In: **Bailey's industrial oil and fat products**, v. 2, p. 269-355, 2005.

SCHOLLENBERGER, M.; MÜLLER, H.M.; RÜFLE, M.; TERRY-JARA, H.; SUCHY, S.; PLANK, S.; DROCHNER, W. Natural occurrence of Fusarium toxins in soy food marketed in Germany. **International journal of food microbiology**, v. 113, n. 2, p. 142-146, 2007.

SCHOLLENBERGER, M.; MÜLLER, H.M.; RÜFLE, M.; DROCHNER, W.: Natural occurrence of 16 Fusarium toxins in edible oil marketed in Germany. **Food Control**, v. 19, n. 5, p. 475-482, 2008.

SEDIYAMA, A. F.; CASTRO JUNIOR, L. G. D.; CALEGARIO, C. L. L.; SIQUEIRA, P. H. D. L. Análise da estrutura, conduta e desempenho da indústria processadora de soja no Brasil no período de 2003 a 2010. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 1, p. 161-182, 2013.

SERRATO, A. G. Extraction of oil from soybeans. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 58, n. 3, p. 157-159, 1981.

SHAHIDI, F. Quality assurance of fats and oils. In: **Bailey's Industrial oil and fat products**, 2005.

SHAHIDI, F.; ZHONG Y. Lipid oxidation: measurement methods. In: **Bailey's industrial oil and fat products**, 2005.

SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, U.N. Methods for Measuring Oxidative Rancidity in Fats and Oils. **Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology**. v. 3, p. 387-403, 2002.

SILVA, J. S.; BERBERT, P. A.; AFONSO, A. D. L.; RUFATO, S. Qualidade dos grãos. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**, p. 63-105, 2000.

SILVA, L. H. D., COSTA, P. F. P. D., NOMIYAMA, G. W., SOUZA, I. P. D., & CHANG, Y. K. Caracterização físico-química e tecnológica da farinha de soja integral fermentada com *Aspergillus oryzae*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 4, p. 300-306, 2012.

SOUZA, J.R. **Indicadores de perda de qualidade em grãos de soja**. 2015. 101f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2015.

TAN, P. N.; STEINBACH, M.; KUMAR, V. **Introduction to Data Mining (First Edition)**. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 2005.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE)**. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/wasde0421.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2021.

WANG, T. Soybean Oil. In: **Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses**. Oxford (UK): Blackwell Publishing Ltd., p.18-58, 2002.

WANG, T. **Soybean | Processing, Reference Module in Food Science**, Elsevier, 2016.

WITTE, N. H. Soybean meal processing and utilization. *In: Practical handbook of soybean processing and utilization*. AOCS Press, p. 93-116, 1995.

WOERFEL, J. B. Soybean oil processing byproducts and their utilization. *In: Practical handbook of soybean processing and utilization*. AOCS Press, p. 297-313, 1995.

WU, Y.; WANG, T. Soybean lecithin fractionation and functionality. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 80, n. 4, p. 319-326, 2003.

ZEHNDER, C. T. Deodorization. *In: Practical handbook of soybean processing and utilization*. AOCS Press, p. 239-257, 1995.

ZIEGLER, V.; MARINI, L.J.; FERREIRA, C.D.; BERTINETTI, I.A.; SILVA, W.S.V.; GOEBEL, J.T.S.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M.C. Effects of temperature and moisture during semi-hermetic storage on the quality evaluation parameters of soybean grain and oil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 1, 2016.

ANEXO – Base de dados para a realização da estimativa e da predição do índice de acidez do óleo de soja bruto com base no percentual utilizado das frações dos grãos de soja.

COMBINAÇÕES POSSÍVEIS DE GRÃOS DE SOJA (%) (com base na IN 11, de 15/05/2007, do MAPA)				ÍNDICE DE ACIDEZ PROPORCIONAL DO ÓLEO - (mg KOH/g) (de acordo com a % de grãos utilizada)				ÍNDICE DE ACIDEZ TOTAL DO ÓLEO	
Sádios	PQA	Mofados	A/Q	Sádios	PQA	Mofados	A/Q	(mg KOH/g)	% ácido oléico
98,32	1,44	0,22	0,02	1,268	0,058	0,054	0,003	1,384	0,695
98,65	0,65	0,22	0,47	1,273	0,026	0,054	0,067	1,420	0,714
98,21	1,11	0,24	0,45	1,267	0,045	0,059	0,064	1,435	0,721
96,81	2,58	0,02	0,59	1,249	0,105	0,005	0,084	1,442	0,725
98,76	0,14	0,23	0,88	1,274	0,006	0,057	0,125	1,461	0,734
98,60	0,35	0,38	0,66	1,272	0,014	0,094	0,094	1,474	0,741
98,69	0,43	0,56	0,32	1,273	0,017	0,138	0,045	1,474	0,741
98,33	0,47	0,17	1,02	1,268	0,019	0,042	0,145	1,474	0,741
98,16	0,83	0,36	0,64	1,266	0,034	0,089	0,091	1,480	0,744
98,30	0,35	0,11	1,23	1,268	0,014	0,027	0,175	1,484	0,746
98,73	0,25	0,75	0,27	1,274	0,010	0,185	0,038	1,507	0,757
98,36	0,07	0,14	1,43	1,269	0,003	0,035	0,203	1,509	0,758
98,11	0,30	0,08	1,51	1,266	0,012	0,020	0,215	1,512	0,760
97,40	1,12	0,01	1,47	1,256	0,045	0,002	0,209	1,513	0,760
97,02	1,66	0,10	1,22	1,252	0,067	0,025	0,173	1,517	0,762
97,81	1,12	0,68	0,39	1,262	0,045	0,168	0,055	1,530	0,769
95,37	3,55	0,15	0,93	1,230	0,144	0,037	0,132	1,544	0,776
97,90	0,34	0,24	1,53	1,263	0,014	0,059	0,217	1,553	0,781
95,76	3,16	0,36	0,72	1,235	0,128	0,089	0,102	1,555	0,781
95,31	3,56	0,20	0,93	1,229	0,145	0,049	0,132	1,556	0,782
93,72	5,74	0,41	0,13	1,209	0,233	0,101	0,018	1,562	0,785
92,60	7,00	0,38	0,02	1,195	0,284	0,094	0,003	1,575	0,792
96,86	1,29	0,19	1,67	1,249	0,052	0,047	0,237	1,586	0,797
97,29	1,08	0,54	1,09	1,255	0,044	0,133	0,155	1,587	0,797
95,84	3,12	0,76	0,28	1,236	0,127	0,187	0,040	1,590	0,799
97,77	0,37	0,49	1,37	1,261	0,015	0,121	0,195	1,592	0,800
97,45	0,95	0,72	0,89	1,257	0,039	0,178	0,126	1,600	0,804
93,92	4,94	0,26	0,88	1,212	0,201	0,064	0,125	1,601	0,805
95,64	2,78	0,32	1,26	1,234	0,113	0,079	0,179	1,605	0,806
98,38	0,22	1,29	0,11	1,269	0,009	0,318	0,016	1,612	0,810
98,07	0,24	0,92	0,78	1,265	0,010	0,227	0,111	1,613	0,810
93,62	5,30	0,37	0,70	1,208	0,215	0,091	0,099	1,614	0,811
91,62	7,40	0,01	0,97	1,182	0,300	0,002	0,138	1,623	0,815
98,05	0,43	1,21	0,30	1,265	0,017	0,298	0,043	1,623	0,816
93,34	5,71	0,55	0,40	1,204	0,232	0,136	0,057	1,628	0,818
97,88	0,41	1,12	0,59	1,263	0,017	0,276	0,084	1,639	0,824
96,31	1,45	0,25	1,99	1,242	0,059	0,062	0,283	1,646	0,827
95,26	3,55	1,00	0,19	1,229	0,144	0,247	0,027	1,647	0,827
96,09	1,44	0,00	2,46	1,240	0,058	0,000	0,350	1,648	0,828
96,30	2,41	1,20	0,09	1,242	0,098	0,296	0,013	1,649	0,829
94,11	4,88	1,00	0,02	1,214	0,198	0,247	0,003	1,662	0,835
96,51	1,02	0,26	2,21	1,245	0,041	0,064	0,314	1,665	0,836
97,30	0,12	0,37	2,21	1,255	0,005	0,091	0,314	1,665	0,837
91,64	7,17	0,24	0,94	1,182	0,291	0,059	0,134	1,666	0,837
98,06	0,18	1,40	0,36	1,265	0,007	0,345	0,051	1,669	0,839
96,49	1,22	0,46	1,84	1,245	0,050	0,113	0,261	1,669	0,839
94,69	3,01	0,14	2,16	1,222	0,122	0,035	0,307	1,685	0,847
92,30	6,38	0,50	0,83	1,191	0,259	0,123	0,118	1,691	0,850
95,81	1,43	0,13	2,64	1,236	0,058	0,032	0,375	1,701	0,855
95,55	2,45	0,87	1,13	1,233	0,099	0,215	0,161	1,707	0,858
92,69	6,17	0,96	0,18	1,196	0,251	0,237	0,026	1,709	0,859
88,53	10,58	0,20	0,69	1,142	0,430	0,049	0,098	1,719	0,864
97,07	0,86	1,36	0,71	1,252	0,035	0,335	0,101	1,723	0,866
95,46	1,52	0,03	3,00	1,231	0,062	0,007	0,426	1,727	0,868
95,94	2,09	1,27	0,69	1,238	0,085	0,313	0,098	1,734	0,871
91,75	6,40	0,29	1,56	1,184	0,260	0,072	0,222	1,737	0,873
93,35	4,10	0,04	2,51	1,204	0,166	0,010	0,357	1,737	0,873
94,06	4,51	1,32	0,11	1,213	0,183	0,326	0,016	1,738	0,873
96,85	0,79	1,16	1,20	1,249	0,032	0,286	0,171	1,738	0,873
90,50	7,97	0,31	1,22	1,167	0,324	0,076	0,173	1,741	0,875
94,78	2,96	0,73	1,54	1,223	0,120	0,180	0,219	1,742	0,875
89,42	9,08	0,07	1,43	1,154	0,369	0,017	0,203	1,743	0,876
93,04	5,12	0,70	1,14	1,200	0,208	0,173	0,162	1,743	0,876
96,30	1,01	0,77	1,91	1,242	0,041	0,190	0,271	1,745	0,877
95,48	1,21	0,03	3,28	1,232	0,049	0,007	0,466	1,754	0,882
96,00	1,32	0,83	1,85	1,238	0,054	0,205	0,263	1,760	0,884

95,76	2,48	1,66	0,10	1,235	0,101	0,409	0,014	1,760	0,884
88,40	10,14	0,04	1,42	1,140	0,412	0,010	0,202	1,764	0,886
90,00	8,21	0,15	1,65	1,161	0,333	0,037	0,234	1,766	0,887
95,38	2,54	1,33	0,74	1,230	0,103	0,328	0,105	1,767	0,888
95,17	2,43	1,06	1,34	1,228	0,099	0,261	0,190	1,778	0,894
97,00	0,96	1,93	0,11	1,251	0,039	0,476	0,016	1,782	0,895
95,03	2,35	0,87	1,75	1,226	0,095	0,215	0,249	1,785	0,897
85,93	13,36	0,33	0,38	1,108	0,542	0,081	0,054	1,786	0,898
93,34	4,54	0,93	1,19	1,204	0,184	0,229	0,169	1,787	0,898
95,51	0,76	0,01	3,72	1,232	0,031	0,002	0,529	1,794	0,902
87,81	11,32	0,82	0,04	1,133	0,460	0,202	0,006	1,800	0,905
96,29	0,76	1,05	1,89	1,242	0,031	0,259	0,269	1,800	0,905
96,22	1,69	1,88	0,21	1,241	0,069	0,464	0,030	1,803	0,906
93,98	3,15	0,55	2,32	1,212	0,128	0,136	0,330	1,806	0,907
95,85	0,30	0,12	3,72	1,236	0,012	0,030	0,529	1,807	0,908
95,11	1,19	0,09	3,61	1,227	0,048	0,022	0,513	1,810	0,910
84,19	15,10	0,10	0,61	1,086	0,613	0,025	0,087	1,810	0,910
95,73	0,86	0,54	2,87	1,235	0,035	0,133	0,408	1,811	0,910
92,21	4,99	0,20	2,60	1,190	0,203	0,049	0,369	1,811	0,910
94,97	1,47	0,23	3,33	1,225	0,060	0,057	0,473	1,815	0,912
96,41	1,42	1,98	0,19	1,244	0,058	0,488	0,027	1,817	0,913
91,69	6,61	1,20	0,49	1,183	0,268	0,296	0,070	1,817	0,913
84,85	14,21	0,14	0,80	1,095	0,577	0,035	0,114	1,820	0,914
94,32	2,21	0,25	3,22	1,217	0,090	0,062	0,458	1,826	0,917
89,08	8,85	0,21	1,87	1,149	0,359	0,052	0,266	1,826	0,918
95,16	2,82	1,89	0,13	1,228	0,114	0,466	0,018	1,827	0,918
89,31	8,90	0,58	1,21	1,152	0,361	0,143	0,172	1,828	0,919
82,91	16,41	0,00	0,67	1,070	0,666	0,000	0,095	1,831	0,920
96,59	1,02	1,98	0,40	1,246	0,041	0,488	0,057	1,833	0,921
91,56	6,06	0,70	1,67	1,181	0,246	0,173	0,237	1,837	0,923
95,80	1,13	1,16	1,91	1,236	0,046	0,286	0,271	1,839	0,924
97,01	0,18	1,72	1,10	1,251	0,007	0,424	0,156	1,839	0,924
85,63	13,62	0,74	0,01	1,105	0,553	0,182	0,001	1,842	0,925
85,30	13,44	0,17	1,09	1,100	0,546	0,042	0,155	1,843	0,926
95,20	2,50	1,83	0,46	1,228	0,102	0,451	0,065	1,846	0,928
90,30	8,19	1,29	0,23	1,165	0,333	0,318	0,033	1,848	0,929
91,80	6,25	1,29	0,66	1,184	0,254	0,318	0,094	1,850	0,930
90,36	8,12	1,34	0,18	1,166	0,330	0,330	0,026	1,851	0,930
87,95	9,81	0,05	2,18	1,135	0,398	0,012	0,310	1,855	0,932
91,83	5,37	0,55	2,25	1,185	0,218	0,136	0,320	1,858	0,934
91,88	5,18	0,44	2,50	1,185	0,210	0,109	0,355	1,859	0,934
93,10	4,70	1,54	0,65	1,201	0,191	0,380	0,092	1,864	0,937
87,54	10,81	0,61	1,03	1,129	0,439	0,150	0,146	1,865	0,937
91,64	6,21	1,19	0,97	1,182	0,252	0,293	0,138	1,866	0,937
87,70	10,23	0,27	1,79	1,131	0,415	0,067	0,254	1,868	0,938
83,74	15,16	0,15	0,95	1,080	0,615	0,037	0,135	1,868	0,939
83,11	16,00	0,20	0,69	1,072	0,650	0,049	0,098	1,869	0,939
88,88	9,35	0,88	0,89	1,147	0,380	0,217	0,126	1,870	0,940
91,50	5,45	0,34	2,71	1,180	0,221	0,084	0,385	1,871	0,940
95,29	1,99	1,68	1,03	1,229	0,081	0,414	0,146	1,871	0,940
94,94	2,05	1,28	1,74	1,225	0,083	0,316	0,247	1,871	0,940
94,19	2,72	1,02	2,07	1,215	0,110	0,252	0,294	1,871	0,940
86,83	11,78	0,71	0,69	1,120	0,478	0,175	0,098	1,872	0,940
93,76	3,86	1,60	0,79	1,210	0,157	0,395	0,112	1,873	0,941
93,18	3,90	0,99	1,93	1,202	0,158	0,244	0,274	1,879	0,944
95,81	0,55	1,05	2,58	1,236	0,022	0,259	0,367	1,884	0,947
87,47	10,37	0,30	1,86	1,128	0,421	0,074	0,264	1,888	0,949
89,27	8,78	0,97	0,99	1,152	0,356	0,239	0,141	1,888	0,949
85,76	13,20	0,97	0,07	1,106	0,536	0,239	0,010	1,891	0,950
88,72	8,80	0,39	2,09	1,144	0,357	0,096	0,297	1,895	0,952
87,55	10,80	0,90	0,75	1,129	0,438	0,222	0,107	1,896	0,953
95,53	0,60	0,87	3,00	1,232	0,024	0,215	0,426	1,898	0,954
91,08	5,58	0,24	3,10	1,175	0,227	0,059	0,441	1,901	0,955
90,46	7,54	1,38	0,63	1,167	0,306	0,340	0,090	1,903	0,956
87,41	10,96	1,00	0,63	1,128	0,445	0,247	0,090	1,909	0,959
91,76	5,21	0,89	2,13	1,184	0,212	0,219	0,303	1,917	0,964
88,09	9,30	0,34	2,27	1,136	0,378	0,084	0,323	1,920	0,965
94,58	1,31	0,61	3,50	1,220	0,053	0,150	0,497	1,921	0,965
94,04	3,43	2,01	0,53	1,213	0,139	0,496	0,075	1,923	0,967
94,25	2,35	1,24	2,16	1,216	0,095	0,306	0,307	1,924	0,967
93,49	2,56	0,51	3,44	1,206	0,104	0,126	0,489	1,925	0,967
81,57	17,26	0,06	1,11	1,052	0,701	0,015	0,158	1,926	0,968
96,56	0,26	2,07	1,12	1,246	0,011	0,510	0,159	1,926	0,968

96,43	0,65	2,32	0,60	1,244	0,026	0,572	0,085	1,928	0,969
95,36	1,34	1,70	1,59	1,230	0,054	0,419	0,226	1,930	0,970
97,19	0,04	2,71	0,06	1,254	0,002	0,668	0,009	1,932	0,971
78,18	21,62	0,19	0,00	1,009	0,878	0,047	0,000	1,933	0,971
79,26	20,14	0,08	0,53	1,022	0,818	0,020	0,075	1,935	0,972
91,36	6,61	1,93	0,10	1,179	0,268	0,476	0,014	1,937	0,973
82,80	16,12	0,59	0,49	1,068	0,654	0,145	0,070	1,938	0,974
95,13	0,41	0,59	3,88	1,227	0,017	0,145	0,551	1,941	0,975
90,89	6,58	1,39	1,13	1,172	0,267	0,343	0,161	1,943	0,976
91,88	5,14	1,23	1,75	1,185	0,209	0,303	0,249	1,946	0,978
85,92	12,21	0,75	1,11	1,108	0,496	0,185	0,158	1,947	0,978
78,16	21,50	0,19	0,15	1,008	0,873	0,047	0,021	1,949	0,980
90,29	7,61	1,70	0,40	1,165	0,309	0,419	0,057	1,950	0,980
89,56	7,47	0,67	2,30	1,155	0,303	0,165	0,327	1,951	0,980
91,10	5,15	0,39	3,35	1,175	0,209	0,096	0,476	1,956	0,983
80,08	19,35	0,55	0,03	1,033	0,786	0,136	0,004	1,959	0,984
94,92	1,04	1,13	2,91	1,224	0,042	0,279	0,414	1,959	0,984
90,71	5,45	0,22	3,62	1,170	0,221	0,054	0,514	1,960	0,985
92,12	4,76	1,32	1,80	1,188	0,193	0,326	0,256	1,963	0,986
89,73	6,46	0,05	3,76	1,158	0,262	0,012	0,534	1,966	0,988
93,89	2,17	1,03	2,91	1,211	0,088	0,254	0,414	1,967	0,988
83,92	13,93	0,13	2,02	1,083	0,566	0,032	0,287	1,967	0,989
91,40	5,19	0,89	2,52	1,179	0,211	0,219	0,358	1,967	0,989
96,65	0,46	2,79	0,10	1,247	0,019	0,688	0,014	1,968	0,989
93,66	2,25	0,86	3,23	1,208	0,091	0,212	0,459	1,971	0,990
92,20	5,14	1,87	0,79	1,189	0,209	0,461	0,112	1,971	0,991
94,13	1,98	1,20	2,69	1,214	0,080	0,296	0,382	1,973	0,991
93,64	2,02	0,62	3,73	1,208	0,082	0,153	0,530	1,973	0,991
82,67	15,95	0,62	0,76	1,066	0,648	0,153	0,108	1,975	0,992
78,91	20,15	0,09	0,85	1,018	0,818	0,022	0,121	1,979	0,994
92,15	3,60	0,39	3,86	1,189	0,146	0,096	0,549	1,980	0,995
96,76	0,31	2,90	0,03	1,248	0,013	0,715	0,004	1,980	0,995
93,09	3,41	1,43	2,07	1,201	0,138	0,353	0,294	1,986	0,998
83,79	14,13	0,38	1,70	1,081	0,574	0,094	0,242	1,990	1,000
94,49	1,22	1,09	3,19	1,219	0,050	0,269	0,453	1,991	1,000
90,79	6,48	1,63	1,11	1,171	0,263	0,402	0,158	1,994	1,002
78,81	20,09	0,06	1,04	1,017	0,816	0,015	0,148	1,995	1,002
95,61	1,35	2,63	0,41	1,233	0,055	0,649	0,058	1,995	1,003
91,06	6,62	2,14	0,17	1,175	0,269	0,528	0,024	1,995	1,003
82,79	16,01	1,06	0,14	1,068	0,650	0,261	0,020	1,999	1,005
80,25	18,25	0,10	1,40	1,035	0,741	0,025	0,199	2,000	1,005
81,08	17,56	0,46	0,90	1,046	0,713	0,113	0,128	2,000	1,005
92,92	2,75	0,72	3,62	1,199	0,112	0,178	0,514	2,002	1,006
87,06	11,06	1,56	0,32	1,123	0,449	0,385	0,045	2,002	1,006
87,97	9,26	0,95	1,82	1,135	0,376	0,234	0,259	2,004	1,007
95,52	0,63	1,97	1,88	1,232	0,026	0,486	0,267	2,011	1,010
87,79	9,88	1,40	0,93	1,132	0,401	0,345	0,132	2,011	1,011
89,32	8,55	2,00	0,13	1,152	0,347	0,493	0,018	2,011	1,011
93,56	2,03	0,92	3,50	1,207	0,082	0,227	0,497	2,014	1,012
87,62	9,90	1,25	1,22	1,130	0,402	0,308	0,173	2,014	1,012
93,03	2,79	1,01	3,18	1,200	0,113	0,249	0,452	2,014	1,012
76,90	22,53	0,27	0,30	0,992	0,915	0,067	0,043	2,016	1,013
82,19	15,86	0,36	1,58	1,060	0,644	0,089	0,225	2,017	1,014
86,22	11,18	0,79	1,81	1,112	0,454	0,195	0,257	2,018	1,014
91,03	5,99	1,70	1,28	1,174	0,243	0,419	0,182	2,019	1,014
95,60	0,80	2,34	1,26	1,233	0,032	0,577	0,179	2,022	1,016
92,80	3,22	1,23	2,75	1,197	0,131	0,303	0,391	2,022	1,016
80,41	17,80	0,11	1,67	1,037	0,723	0,027	0,237	2,024	1,017
92,47	4,42	2,02	1,10	1,193	0,179	0,498	0,156	2,027	1,018
94,43	1,46	1,61	2,50	1,218	0,059	0,397	0,355	2,030	1,020
90,87	5,47	1,11	2,55	1,172	0,222	0,274	0,362	2,030	1,020
74,52	25,12	0,01	0,35	0,961	1,020	0,002	0,050	2,033	1,022
88,07	8,65	0,77	2,51	1,136	0,351	0,190	0,357	2,034	1,022
86,77	9,88	0,41	2,93	1,119	0,401	0,101	0,416	2,038	1,024
90,91	5,99	1,74	1,37	1,173	0,243	0,429	0,195	2,040	1,025
90,92	5,35	1,15	2,58	1,173	0,217	0,284	0,367	2,040	1,025
93,12	3,73	2,30	0,85	1,201	0,151	0,567	0,121	2,041	1,025
86,45	11,69	1,78	0,09	1,115	0,475	0,439	0,013	2,042	1,026
92,57	4,69	2,59	0,14	1,194	0,190	0,639	0,020	2,043	1,027
94,43	2,15	2,42	1,00	1,218	0,087	0,597	0,142	2,044	1,027
89,29	7,60	1,36	1,75	1,152	0,309	0,335	0,249	2,044	1,027
94,38	1,60	1,82	2,21	1,218	0,065	0,449	0,314	2,045	1,028
81,85	16,43	0,75	0,97	1,056	0,667	0,185	0,138	2,046	1,028

86,59	11,44	1,79	0,17	1,117	0,464	0,441	0,024	2,047	1,029
93,65	1,72	1,08	3,55	1,208	0,070	0,266	0,504	2,049	1,029
81,29	16,39	0,06	2,27	1,049	0,665	0,015	0,323	2,051	1,031
84,73	12,25	0,31	2,71	1,093	0,497	0,076	0,385	2,052	1,031
87,97	8,82	1,00	2,20	1,135	0,358	0,247	0,313	2,052	1,031
91,22	5,49	1,78	1,51	1,177	0,223	0,439	0,215	2,053	1,032
89,93	6,30	1,06	2,70	1,160	0,256	0,261	0,384	2,061	1,036
94,78	1,09	2,00	2,13	1,223	0,044	0,493	0,303	2,063	1,037
75,62	23,57	0,16	0,65	0,975	0,957	0,039	0,092	2,064	1,037
93,19	2,49	1,42	2,90	1,202	0,101	0,350	0,412	2,066	1,038
84,84	12,29	0,68	2,18	1,094	0,499	0,168	0,310	2,071	1,041
91,72	5,11	2,22	0,95	1,183	0,207	0,547	0,135	2,073	1,042
87,59	9,17	1,09	2,15	1,130	0,372	0,269	0,306	2,077	1,043
86,88	10,28	1,31	1,53	1,121	0,417	0,323	0,217	2,079	1,045
86,38	10,02	0,46	3,13	1,114	0,407	0,113	0,445	2,079	1,045
92,91	2,60	1,33	3,16	1,199	0,106	0,328	0,449	2,081	1,046
89,87	7,01	1,87	1,25	1,159	0,285	0,461	0,178	2,083	1,047
90,08	6,09	1,24	2,59	1,162	0,247	0,306	0,368	2,083	1,047
89,03	8,04	1,85	1,08	1,148	0,326	0,456	0,153	2,085	1,048
93,21	2,90	2,09	1,80	1,202	0,118	0,515	0,256	2,091	1,051
95,89	0,31	2,91	0,89	1,237	0,013	0,718	0,126	2,094	1,052
92,47	3,12	1,40	3,02	1,193	0,127	0,345	0,429	2,094	1,052
83,93	13,29	0,75	2,03	1,083	0,540	0,185	0,288	2,096	1,053
95,31	0,96	2,85	0,88	1,229	0,039	0,703	0,125	2,096	1,053
94,58	2,14	3,10	0,18	1,220	0,087	0,764	0,026	2,097	1,054
90,43	6,52	2,33	0,71	1,167	0,265	0,575	0,101	2,107	1,059
82,32	15,06	0,58	2,05	1,062	0,611	0,143	0,291	2,108	1,059
82,09	14,71	0,01	3,19	1,059	0,597	0,002	0,453	2,112	1,061
92,16	4,71	2,75	0,38	1,189	0,191	0,678	0,054	2,112	1,061
80,34	17,25	0,35	2,06	1,036	0,700	0,086	0,293	2,116	1,063
91,46	4,05	1,27	3,23	1,180	0,164	0,313	0,459	2,116	1,064
95,45	0,89	3,16	0,50	1,231	0,036	0,779	0,071	2,118	1,064
79,57	18,57	0,70	1,16	1,026	0,754	0,173	0,165	2,118	1,064
94,74	1,43	2,82	1,01	1,222	0,058	0,695	0,144	2,119	1,065
86,83	10,03	1,38	1,77	1,120	0,407	0,340	0,252	2,119	1,065
80,40	17,50	0,76	1,33	1,037	0,711	0,187	0,189	2,124	1,067
85,21	11,85	1,22	1,71	1,099	0,481	0,301	0,243	2,124	1,067
85,38	11,98	1,56	1,08	1,101	0,486	0,385	0,153	2,126	1,068
73,96	25,00	0,09	0,95	0,954	1,015	0,022	0,135	2,126	1,068
80,10	17,15	0,11	2,63	1,033	0,696	0,027	0,374	2,130	1,071
78,44	20,10	0,92	0,55	1,012	0,816	0,227	0,078	2,133	1,072
94,66	0,44	1,91	2,99	1,221	0,018	0,471	0,425	2,135	1,073
83,27	14,23	1,24	1,26	1,074	0,578	0,306	0,179	2,137	1,074
90,97	4,62	1,43	2,98	1,174	0,188	0,353	0,423	2,137	1,074
90,03	5,92	1,57	2,48	1,161	0,240	0,387	0,352	2,141	1,076
93,31	3,44	3,22	0,03	1,204	0,140	0,794	0,004	2,142	1,076
78,78	19,05	0,43	1,74	1,016	0,773	0,106	0,247	2,143	1,077
87,76	8,12	0,95	3,17	1,132	0,330	0,234	0,450	2,147	1,079
80,82	16,15	0,18	2,85	1,043	0,656	0,044	0,405	2,148	1,079
94,31	1,62	2,74	1,34	1,217	0,066	0,676	0,190	2,148	1,080
78,98	18,78	0,47	1,77	1,019	0,762	0,116	0,252	2,149	1,080
92,67	3,10	2,17	2,06	1,195	0,126	0,535	0,293	2,149	1,080
91,00	4,23	1,25	3,52	1,174	0,172	0,308	0,500	2,154	1,082
89,77	7,21	2,63	0,40	1,158	0,293	0,649	0,057	2,156	1,083
91,00	4,07	1,12	3,81	1,174	0,165	0,276	0,541	2,157	1,084
89,11	7,81	2,42	0,66	1,150	0,317	0,597	0,094	2,157	1,084
82,72	13,79	0,35	3,13	1,067	0,560	0,086	0,445	2,158	1,084
81,83	15,57	1,01	1,59	1,056	0,632	0,249	0,226	2,163	1,087
92,49	2,31	1,32	3,88	1,193	0,094	0,326	0,551	2,164	1,087
83,96	13,14	1,28	1,63	1,083	0,533	0,316	0,232	2,164	1,087
94,56	0,82	2,45	2,17	1,220	0,033	0,604	0,308	2,166	1,088
92,25	3,89	2,57	1,30	1,190	0,158	0,634	0,185	2,166	1,089
87,58	8,83	1,61	1,98	1,130	0,358	0,397	0,281	2,167	1,089
76,86	21,45	0,64	1,04	0,991	0,871	0,158	0,148	2,168	1,089
76,59	21,21	0,06	2,14	0,988	0,861	0,015	0,304	2,168	1,089
95,46	0,71	3,52	0,30	1,231	0,029	0,868	0,043	2,171	1,091
85,58	10,84	1,14	2,44	1,104	0,440	0,281	0,347	2,172	1,091
94,82	0,70	2,73	1,74	1,223	0,028	0,673	0,247	2,172	1,091
89,50	6,24	1,52	2,74	1,155	0,253	0,375	0,389	2,172	1,091
85,88	10,80	1,48	1,84	1,108	0,438	0,365	0,261	2,173	1,092
81,78	15,12	0,61	2,49	1,055	0,614	0,150	0,354	2,173	1,092
84,61	13,11	2,16	0,12	1,091	0,532	0,533	0,017	2,173	1,092
86,38	9,64	1,00	2,98	1,114	0,391	0,247	0,423	2,176	1,093

91,72	4,89	3,00	0,39	1,183	0,199	0,740	0,055	2,177	1,094
90,27	6,21	2,50	1,02	1,164	0,252	0,617	0,145	2,178	1,094
91,80	2,95	1,29	3,96	1,184	0,120	0,318	0,563	2,185	1,098
75,50	22,74	0,35	1,42	0,974	0,923	0,086	0,202	2,185	1,098
86,55	8,89	0,58	3,98	1,116	0,361	0,143	0,566	2,186	1,099
93,62	1,40	2,06	2,92	1,208	0,057	0,508	0,415	2,187	1,099
85,28	11,84	1,93	0,94	1,100	0,481	0,476	0,134	2,190	1,101
81,90	15,60	1,41	1,10	1,057	0,633	0,348	0,156	2,194	1,102
88,04	8,73	2,38	0,85	1,136	0,354	0,587	0,121	2,198	1,104
74,25	24,76	0,91	0,08	0,958	1,005	0,224	0,011	2,199	1,105
87,22	9,75	2,39	0,64	1,125	0,396	0,589	0,091	2,201	1,106
86,14	9,55	0,85	3,47	1,111	0,388	0,210	0,493	2,202	1,106
71,38	27,71	0,26	0,65	0,921	1,125	0,064	0,092	2,202	1,107
71,67	27,23	0,18	0,92	0,925	1,106	0,044	0,131	2,205	1,108
94,60	0,57	2,66	2,17	1,220	0,023	0,656	0,308	2,208	1,109
71,73	27,24	0,29	0,74	0,925	1,106	0,072	0,105	2,208	1,110
73,77	24,94	0,58	0,71	0,952	1,013	0,143	0,101	2,208	1,110
84,18	11,77	0,67	3,38	1,086	0,478	0,165	0,480	2,209	1,110
86,40	9,44	1,16	3,00	1,115	0,383	0,286	0,426	2,210	1,111
80,94	16,72	1,54	0,79	1,044	0,679	0,380	0,112	2,215	1,113
85,41	11,55	2,05	0,98	1,102	0,469	0,506	0,139	2,216	1,113
89,34	7,58	3,04	0,05	1,152	0,308	0,750	0,007	2,217	1,114
89,01	6,29	1,38	3,33	1,148	0,255	0,340	0,473	2,217	1,114
89,87	5,41	1,63	3,09	1,159	0,220	0,402	0,439	2,220	1,116
93,45	2,48	3,23	0,84	1,206	0,101	0,797	0,119	2,222	1,117
87,48	9,64	2,81	0,07	1,128	0,391	0,693	0,010	2,223	1,117
85,81	11,30	2,38	0,50	1,107	0,459	0,587	0,071	2,224	1,117
77,56	19,45	0,12	2,86	1,001	0,790	0,030	0,406	2,226	1,119
93,11	2,91	3,29	0,69	1,201	0,118	0,811	0,098	2,229	1,120
90,93	4,24	1,89	2,94	1,173	0,172	0,466	0,418	2,229	1,120
86,57	10,19	2,28	0,96	1,117	0,414	0,562	0,136	2,229	1,120
93,53	1,02	1,98	3,47	1,207	0,041	0,488	0,493	2,229	1,120
93,84	1,20	2,54	2,42	1,211	0,049	0,626	0,344	2,230	1,120
93,19	2,01	2,55	2,25	1,202	0,082	0,629	0,320	2,232	1,122
86,12	9,50	1,09	3,29	1,111	0,386	0,269	0,468	2,233	1,122
74,69	24,01	1,07	0,22	0,964	0,975	0,264	0,031	2,233	1,122
77,30	19,95	0,35	2,40	0,997	0,810	0,086	0,341	2,234	1,123
75,68	22,06	0,39	1,88	0,976	0,896	0,096	0,267	2,235	1,123
87,24	9,43	2,44	0,90	1,125	0,383	0,602	0,128	2,238	1,125
80,74	16,98	1,76	0,52	1,042	0,689	0,434	0,074	2,239	1,125
79,50	18,41	1,63	0,45	1,026	0,747	0,402	0,064	2,239	1,125
92,91	1,90	2,19	3,00	1,199	0,077	0,540	0,426	2,242	1,127
88,31	6,85	1,37	3,46	1,139	0,278	0,338	0,492	2,247	1,129
77,32	19,87	0,42	2,39	0,997	0,807	0,104	0,340	2,247	1,129
90,75	4,63	2,23	2,39	1,171	0,188	0,550	0,340	2,248	1,130
86,70	8,84	1,31	3,16	1,118	0,359	0,323	0,449	2,249	1,130
86,20	9,95	1,80	2,04	1,112	0,404	0,444	0,290	2,250	1,131
85,26	10,49	1,19	3,06	1,100	0,426	0,293	0,435	2,254	1,133
74,78	23,90	1,29	0,03	0,965	0,970	0,318	0,004	2,257	1,134
90,55	5,90	3,34	0,21	1,168	0,240	0,824	0,030	2,261	1,136
80,06	16,69	0,88	2,37	1,033	0,678	0,217	0,337	2,264	1,138
70,30	28,39	0,18	1,13	0,907	1,153	0,044	0,161	2,264	1,138
90,03	6,44	3,30	0,23	1,161	0,261	0,814	0,033	2,269	1,140
80,70	15,13	0,23	3,94	1,041	0,614	0,057	0,560	2,272	1,142
83,83	12,12	1,20	2,84	1,081	0,492	0,296	0,404	2,273	1,142
90,48	5,09	2,61	1,82	1,167	0,207	0,644	0,259	2,276	1,144
94,20	1,40	3,64	0,75	1,215	0,057	0,898	0,107	2,276	1,144
91,08	4,54	2,82	1,56	1,175	0,184	0,695	0,222	2,276	1,144
80,94	16,29	1,69	1,09	1,044	0,661	0,417	0,155	2,277	1,144
76,22	20,61	0,07	3,10	0,983	0,837	0,017	0,441	2,278	1,145
94,44	1,50	4,05	0,01	1,218	0,061	0,999	0,001	2,279	1,145
86,61	9,90	2,57	0,91	1,117	0,402	0,634	0,129	2,282	1,147
73,37	24,21	0,09	2,33	0,946	0,983	0,022	0,331	2,283	1,147
82,67	12,96	0,67	3,70	1,066	0,526	0,165	0,526	2,284	1,148
87,90	8,30	2,61	1,19	1,134	0,337	0,644	0,169	2,284	1,148
73,43	24,85	0,81	0,90	0,947	1,009	0,200	0,128	2,284	1,148
82,92	14,44	2,42	0,22	1,070	0,586	0,597	0,031	2,284	1,148
94,91	0,57	3,80	0,71	1,224	0,023	0,937	0,101	2,285	1,148
83,74	12,24	1,33	2,68	1,080	0,497	0,328	0,381	2,286	1,149
78,78	17,83	0,65	2,73	1,016	0,724	0,160	0,388	2,288	1,150
93,75	1,03	2,83	2,39	1,209	0,042	0,698	0,340	2,289	1,150
78,38	18,17	0,48	2,97	1,011	0,738	0,118	0,422	2,289	1,150
93,07	1,30	2,26	3,37	1,201	0,053	0,557	0,479	2,290	1,151

78,14	18,29	0,29	3,29	1,008	0,743	0,072	0,468	2,290	1,151
93,84	2,13	4,02	0,01	1,211	0,086	0,991	0,001	2,290	1,151
86,89	8,33	1,44	3,35	1,121	0,338	0,355	0,476	2,290	1,151
78,40	19,51	1,83	0,26	1,011	0,792	0,451	0,037	2,292	1,152
83,59	12,05	1,02	3,33	1,078	0,489	0,252	0,473	2,292	1,152
92,68	3,19	3,66	0,47	1,196	0,130	0,903	0,067	2,294	1,153
83,96	11,60	1,05	3,39	1,083	0,471	0,259	0,482	2,295	1,153
92,18	3,73	3,59	0,50	1,189	0,151	0,885	0,071	2,297	1,154
80,67	16,63	1,90	0,80	1,041	0,675	0,469	0,114	2,298	1,155
93,97	1,67	3,83	0,52	1,212	0,068	0,944	0,074	2,298	1,155
91,77	3,93	3,31	0,99	1,184	0,160	0,816	0,141	2,300	1,156
76,18	21,83	1,48	0,50	0,983	0,886	0,365	0,071	2,305	1,158
84,45	12,01	2,16	1,38	1,089	0,488	0,533	0,196	2,306	1,159
78,54	17,54	0,24	3,67	1,013	0,712	0,059	0,522	2,306	1,159
93,48	0,80	2,44	3,28	1,206	0,032	0,602	0,466	2,306	1,159
88,09	7,63	2,42	1,86	1,136	0,310	0,597	0,264	2,307	1,159
77,26	20,57	1,61	0,56	0,997	0,835	0,397	0,080	2,308	1,160
90,20	4,16	1,67	3,97	1,164	0,169	0,412	0,564	2,308	1,160
78,22	17,87	0,19	3,72	1,009	0,726	0,047	0,529	2,310	1,161
95,40	0,17	4,28	0,15	1,231	0,007	1,055	0,021	2,314	1,163
93,96	0,81	3,14	2,08	1,212	0,033	0,774	0,296	2,315	1,163
78,21	17,97	0,34	3,47	1,009	0,730	0,084	0,493	2,315	1,164
90,09	4,27	1,71	3,93	1,162	0,173	0,422	0,558	2,316	1,164
83,15	12,25	0,92	3,68	1,073	0,497	0,227	0,523	2,320	1,166
79,08	17,89	1,37	1,66	1,020	0,726	0,338	0,236	2,320	1,166
79,75	17,13	1,45	1,68	1,029	0,695	0,358	0,239	2,321	1,166
89,98	6,24	3,55	0,23	1,161	0,253	0,875	0,033	2,322	1,167
74,20	23,51	0,82	1,47	0,957	0,955	0,202	0,209	2,323	1,167
92,85	2,24	3,22	1,69	1,198	0,091	0,794	0,240	2,323	1,167
85,80	9,12	1,19	3,89	1,107	0,370	0,293	0,553	2,323	1,167
79,66	17,29	1,56	1,49	1,028	0,702	0,385	0,212	2,326	1,169
89,00	7,02	3,15	0,83	1,148	0,285	0,777	0,118	2,328	1,170
82,99	13,96	2,48	0,58	1,071	0,567	0,612	0,082	2,331	1,172
72,93	25,35	1,12	0,60	0,941	1,029	0,276	0,085	2,331	1,172
92,97	1,50	2,73	2,81	1,199	0,061	0,673	0,399	2,333	1,172
90,92	4,84	3,47	0,77	1,173	0,197	0,856	0,109	2,334	1,173
85,89	9,52	1,83	2,76	1,108	0,387	0,451	0,392	2,338	1,175
79,98	15,87	0,71	3,44	1,032	0,644	0,175	0,489	2,340	1,176
90,10	5,19	2,87	1,83	1,162	0,211	0,708	0,260	2,341	1,176
94,95	0,55	4,35	0,15	1,225	0,022	1,073	0,021	2,341	1,176
73,63	23,54	0,32	2,52	0,950	0,956	0,079	0,358	2,343	1,177
93,58	0,68	2,83	2,91	1,207	0,028	0,698	0,414	2,346	1,179
92,51	1,40	2,21	3,88	1,193	0,057	0,545	0,551	2,347	1,179
84,12	12,63	2,77	0,47	1,085	0,513	0,683	0,067	2,348	1,180
75,07	23,02	1,66	0,25	0,968	0,935	0,409	0,036	2,348	1,180
94,36	1,24	4,36	0,04	1,217	0,050	1,075	0,006	2,348	1,180
91,47	3,08	2,59	2,85	1,180	0,125	0,639	0,405	2,349	1,180
86,30	9,16	2,08	2,47	1,113	0,372	0,513	0,351	2,349	1,180
86,31	10,22	3,14	0,33	1,113	0,415	0,774	0,047	2,350	1,181
91,37	2,74	2,14	3,75	1,179	0,111	0,528	0,533	2,351	1,181
84,79	11,56	2,59	1,05	1,094	0,469	0,639	0,149	2,351	1,181
87,80	7,86	2,73	1,61	1,133	0,319	0,673	0,229	2,354	1,183
92,71	3,10	4,18	0,01	1,196	0,126	1,031	0,001	2,354	1,183
77,39	19,43	1,15	2,03	0,998	0,789	0,284	0,288	2,359	1,186
78,66	18,67	2,03	0,63	1,015	0,758	0,501	0,090	2,363	1,187
93,37	2,25	4,29	0,09	1,204	0,091	1,058	0,013	2,367	1,189
71,31	26,50	0,58	1,61	0,920	1,076	0,143	0,229	2,368	1,190
79,76	17,30	2,10	0,84	1,029	0,702	0,518	0,119	2,369	1,190
85,67	9,32	1,66	3,35	1,105	0,378	0,409	0,476	2,369	1,190
78,33	18,82	1,83	1,02	1,010	0,764	0,451	0,145	2,371	1,191
84,58	10,27	1,26	3,89	1,091	0,417	0,311	0,553	2,372	1,192
74,80	21,46	0,05	3,69	0,965	0,871	0,012	0,524	2,373	1,192
92,05	3,02	3,49	1,44	1,187	0,123	0,861	0,205	2,375	1,194
92,33	2,92	3,76	0,98	1,191	0,119	0,927	0,139	2,376	1,194
79,20	16,74	0,95	3,10	1,022	0,680	0,234	0,441	2,376	1,194
73,00	24,65	0,95	1,41	0,942	1,001	0,234	0,200	2,377	1,195
92,70	2,95	4,24	0,12	1,196	0,120	1,046	0,017	2,378	1,195
79,72	16,95	1,84	1,49	1,028	0,688	0,454	0,212	2,382	1,197
79,40	17,13	1,63	1,84	1,024	0,695	0,402	0,261	2,383	1,198
91,30	4,13	3,77	0,80	1,178	0,168	0,930	0,114	2,389	1,200
83,82	12,79	2,92	0,48	1,081	0,519	0,720	0,068	2,389	1,200
69,78	27,85	0,21	2,16	0,900	1,131	0,052	0,307	2,390	1,201
77,67	18,43	0,83	3,07	1,002	0,748	0,205	0,436	2,391	1,202

91,62	2,29	2,43	3,65	1,182	0,093	0,599	0,519	2,393	1,202
72,76	24,33	0,53	2,38	0,939	0,988	0,131	0,338	2,395	1,204
92,59	1,04	2,44	3,93	1,194	0,042	0,602	0,558	2,397	1,204
77,14	20,53	2,28	0,05	0,995	0,834	0,562	0,007	2,398	1,205
74,24	21,93	0,06	3,77	0,958	0,890	0,015	0,536	2,399	1,205
82,13	13,29	1,45	3,12	1,059	0,540	0,358	0,443	2,400	1,206
91,48	4,24	4,21	0,07	1,180	0,172	1,038	0,010	2,400	1,206
82,53	13,44	2,11	1,92	1,065	0,546	0,520	0,273	2,403	1,208
94,73	0,35	4,48	0,44	1,222	0,014	1,105	0,063	2,404	1,208
81,62	13,64	1,19	3,55	1,053	0,554	0,293	0,504	2,405	1,208
79,07	18,19	2,46	0,28	1,020	0,739	0,607	0,040	2,405	1,209
71,89	25,97	1,17	0,96	0,927	1,054	0,289	0,136	2,407	1,209
88,46	6,29	2,53	2,72	1,141	0,255	0,624	0,387	2,407	1,210
79,82	17,14	2,40	0,64	1,030	0,696	0,592	0,091	2,408	1,210
89,30	6,66	3,96	0,08	1,152	0,270	0,977	0,011	2,410	1,211
74,73	21,61	0,50	3,16	0,964	0,877	0,123	0,449	2,414	1,213
87,20	9,04	3,71	0,05	1,125	0,367	0,915	0,007	2,414	1,213
69,81	28,15	0,83	1,20	0,901	1,143	0,205	0,171	2,419	1,215
76,99	18,69	0,55	3,76	0,993	0,759	0,136	0,534	2,422	1,217
78,34	17,97	1,52	2,16	1,011	0,730	0,375	0,307	2,422	1,217
90,24	5,56	4,18	0,03	1,164	0,226	1,031	0,004	2,425	1,219
89,80	6,05	4,14	0,00	1,158	0,246	1,021	0,000	2,425	1,219
88,15	6,27	2,34	3,24	1,137	0,255	0,577	0,460	2,429	1,221
90,75	4,88	4,21	0,16	1,171	0,198	1,038	0,023	2,430	1,221
91,84	3,67	4,37	0,13	1,185	0,149	1,078	0,018	2,430	1,221
72,05	24,58	0,22	3,16	0,929	0,998	0,054	0,449	2,431	1,221
90,52	3,63	2,73	3,12	1,168	0,147	0,673	0,443	2,432	1,222
83,19	12,48	2,27	2,06	1,073	0,507	0,560	0,293	2,432	1,222
90,26	4,96	3,75	1,03	1,164	0,201	0,925	0,146	2,437	1,225
79,28	15,96	0,87	3,89	1,023	0,648	0,215	0,553	2,438	1,225
70,96	25,82	0,18	3,04	0,915	1,048	0,044	0,432	2,440	1,226
93,70	1,48	4,67	0,15	1,209	0,060	1,152	0,021	2,442	1,227
75,26	22,05	1,88	0,80	0,971	0,895	0,464	0,114	2,443	1,228
88,66	7,23	4,06	0,04	1,144	0,294	1,001	0,006	2,444	1,228
78,78	16,70	1,02	3,51	1,016	0,678	0,252	0,499	2,445	1,228
90,46	4,29	3,43	1,82	1,167	0,174	0,846	0,259	2,446	1,229
91,28	2,26	2,48	3,98	1,178	0,092	0,612	0,566	2,446	1,229
72,68	25,24	1,81	0,28	0,938	1,025	0,446	0,040	2,448	1,230
85,05	10,28	2,63	2,03	1,097	0,417	0,649	0,288	2,452	1,232
87,14	7,98	2,97	1,91	1,124	0,324	0,732	0,271	2,452	1,232
87,01	7,19	2,06	3,73	1,122	0,292	0,508	0,530	2,452	1,232
90,65	3,48	2,95	2,92	1,169	0,141	0,727	0,415	2,453	1,233
88,10	7,83	4,04	0,03	1,136	0,318	0,996	0,004	2,455	1,234
75,77	20,07	0,68	3,49	0,977	0,815	0,168	0,496	2,456	1,234
93,12	1,35	3,96	1,58	1,201	0,055	0,977	0,225	2,457	1,235
70,57	26,78	0,78	1,88	0,910	1,087	0,192	0,267	2,457	1,235
80,13	16,11	2,25	1,51	1,034	0,654	0,555	0,215	2,457	1,235
94,14	0,79	4,74	0,33	1,214	0,032	1,169	0,047	2,462	1,237
90,78	3,91	3,61	1,71	1,171	0,159	0,890	0,243	2,463	1,238
71,09	25,74	0,49	2,68	0,917	1,045	0,121	0,381	2,464	1,238
79,21	16,63	1,71	2,44	1,022	0,675	0,422	0,347	2,465	1,239
92,83	1,16	3,54	2,47	1,198	0,047	0,873	0,351	2,469	1,240
89,41	6,23	4,24	0,12	1,153	0,253	1,046	0,017	2,469	1,241
75,00	21,66	1,47	1,87	0,968	0,879	0,363	0,266	2,475	1,244
81,01	14,94	2,41	1,64	1,045	0,607	0,594	0,233	2,479	1,246
67,99	29,11	0,09	2,80	0,877	1,182	0,022	0,398	2,479	1,246
74,48	21,28	0,50	3,74	0,961	0,864	0,123	0,531	2,480	1,246
91,64	2,29	3,26	2,82	1,182	0,093	0,804	0,401	2,480	1,246
87,21	8,70	4,04	0,04	1,125	0,353	0,996	0,006	2,480	1,246
77,45	19,57	2,53	0,45	0,999	0,795	0,624	0,064	2,481	1,247
85,73	8,47	1,99	3,81	1,106	0,344	0,491	0,541	2,482	1,247
90,21	4,56	3,74	1,49	1,164	0,185	0,922	0,212	2,483	1,248
72,50	23,56	0,31	3,63	0,935	0,957	0,076	0,516	2,484	1,248
71,62	24,65	0,27	3,47	0,924	1,001	0,067	0,493	2,484	1,248
87,28	7,76	3,24	1,72	1,126	0,315	0,799	0,244	2,484	1,248
81,55	13,32	1,58	3,54	1,052	0,541	0,390	0,503	2,485	1,249
73,74	23,15	1,46	1,65	0,951	0,940	0,360	0,234	2,486	1,249
90,56	3,47	3,14	2,84	1,168	0,141	0,774	0,404	2,487	1,250
76,23	19,85	1,35	2,58	0,983	0,806	0,333	0,367	2,489	1,251
80,99	14,97	2,51	1,53	1,045	0,608	0,619	0,217	2,489	1,251
93,70	1,18	4,83	0,30	1,209	0,048	1,191	0,043	2,490	1,251
74,22	21,52	0,51	3,76	0,957	0,874	0,126	0,534	2,491	1,252
88,10	6,78	3,39	1,73	1,136	0,275	0,836	0,246	2,494	1,253

76,56	18,76	0,78	3,90	0,988	0,762	0,192	0,554	2,496	1,254
90,03	4,89	3,98	1,10	1,161	0,199	0,981	0,156	2,498	1,255
69,91	27,02	0,60	2,47	0,902	1,097	0,148	0,351	2,498	1,255
88,57	6,33	3,61	1,48	1,143	0,257	0,890	0,210	2,500	1,256
93,25	0,71	3,93	2,11	1,203	0,029	0,969	0,300	2,501	1,257
81,30	14,37	2,42	1,92	1,049	0,583	0,597	0,273	2,502	1,257
94,46	0,26	5,00	0,28	1,219	0,011	1,233	0,040	2,502	1,257
94,11	0,69	4,98	0,23	1,214	0,028	1,228	0,033	2,503	1,258
90,03	4,17	3,35	2,44	1,161	0,169	0,826	0,347	2,504	1,258
71,29	24,66	0,10	3,95	0,920	1,001	0,025	0,561	2,507	1,260
87,86	7,81	4,24	0,08	1,133	0,317	1,046	0,011	2,507	1,260
74,15	23,12	2,15	0,58	0,957	0,939	0,530	0,082	2,508	1,260
87,23	8,57	4,19	0,01	1,125	0,348	1,033	0,001	2,508	1,260
86,42	7,68	2,39	3,50	1,115	0,312	0,589	0,497	2,513	1,263
91,90	1,76	3,41	2,93	1,186	0,071	0,841	0,416	2,514	1,263
87,75	6,67	3,05	2,53	1,132	0,271	0,752	0,360	2,514	1,264
70,27	26,65	0,85	2,23	0,906	1,082	0,210	0,317	2,515	1,264
70,72	26,19	0,96	2,13	0,912	1,063	0,237	0,303	2,515	1,264
85,74	8,47	2,32	3,47	1,106	0,344	0,572	0,493	2,515	1,264
92,68	0,62	3,29	3,40	1,196	0,025	0,811	0,483	2,515	1,264
83,37	11,72	2,55	2,36	1,075	0,476	0,629	0,335	2,515	1,264
74,39	22,05	1,49	2,07	0,960	0,895	0,367	0,294	2,516	1,265
79,46	15,42	1,32	3,80	1,025	0,626	0,326	0,540	2,517	1,265
93,07	1,73	4,85	0,35	1,201	0,070	1,196	0,050	2,517	1,265
90,72	3,23	3,42	2,62	1,170	0,131	0,843	0,372	2,517	1,265
87,82	7,84	4,30	0,04	1,133	0,318	1,060	0,006	2,517	1,265
79,93	14,92	1,43	3,73	1,031	0,606	0,353	0,530	2,520	1,266
92,59	0,69	3,28	3,44	1,194	0,028	0,809	0,489	2,520	1,266
69,85	28,05	1,76	0,33	0,901	1,139	0,434	0,047	2,521	1,267
87,85	6,50	3,10	2,55	1,133	0,264	0,764	0,362	2,524	1,268
75,19	20,91	1,46	2,44	0,970	0,849	0,360	0,347	2,526	1,269
91,03	2,57	3,22	3,19	1,174	0,104	0,794	0,453	2,526	1,269
80,98	14,03	1,96	3,03	1,045	0,570	0,483	0,431	2,528	1,270
93,24	0,46	3,95	2,35	1,203	0,019	0,974	0,334	2,529	1,271
78,30	16,95	1,54	3,21	1,010	0,688	0,380	0,456	2,534	1,273
94,24	0,22	5,00	0,55	1,216	0,009	1,233	0,078	2,536	1,274
83,20	12,56	3,35	0,89	1,073	0,510	0,826	0,126	2,536	1,274
71,93	24,35	0,87	2,85	0,928	0,989	0,215	0,405	2,536	1,274
90,22	3,55	3,30	2,92	1,164	0,144	0,814	0,415	2,537	1,275
73,49	22,62	1,13	2,76	0,948	0,918	0,279	0,392	2,537	1,275
69,55	27,09	0,62	2,73	0,897	1,100	0,153	0,388	2,538	1,275
78,81	16,44	1,72	3,03	1,017	0,667	0,424	0,431	2,539	1,276
69,04	28,17	1,04	1,75	0,891	1,144	0,256	0,249	2,539	1,276
84,14	11,44	3,45	0,98	1,085	0,464	0,851	0,139	2,540	1,276
75,79	20,56	2,00	1,65	0,978	0,835	0,493	0,234	2,540	1,276
86,63	8,20	3,40	1,77	1,118	0,333	0,838	0,252	2,540	1,277
83,86	10,71	2,42	3,01	1,082	0,435	0,597	0,428	2,541	1,277
92,12	2,68	4,82	0,39	1,188	0,109	1,189	0,055	2,541	1,277
86,05	8,45	2,94	2,56	1,110	0,343	0,725	0,364	2,542	1,277
91,83	1,22	3,09	3,86	1,185	0,050	0,762	0,549	2,545	1,279
76,81	18,46	1,27	3,46	0,991	0,749	0,313	0,492	2,545	1,279
72,93	23,65	1,52	1,90	0,941	0,960	0,375	0,270	2,546	1,279
70,87	25,19	0,47	3,47	0,914	1,023	0,116	0,493	2,546	1,279
85,02	10,86	4,06	0,05	1,097	0,441	1,001	0,007	2,546	1,279
88,74	5,58	3,55	2,14	1,145	0,227	0,875	0,304	2,551	1,282
75,99	19,30	1,14	3,56	0,980	0,784	0,281	0,506	2,551	1,282
80,79	14,97	2,86	1,38	1,042	0,608	0,705	0,196	2,551	1,282
73,00	22,77	0,82	3,41	0,942	0,924	0,202	0,485	2,553	1,283
92,95	1,56	4,89	0,60	1,199	0,063	1,206	0,085	2,554	1,283
92,87	1,60	4,83	0,70	1,198	0,065	1,191	0,099	2,554	1,283
78,80	17,18	2,57	1,45	1,017	0,698	0,634	0,206	2,554	1,283
79,43	15,59	1,81	3,17	1,025	0,633	0,446	0,450	2,554	1,284
81,22	14,35	2,83	1,61	1,048	0,583	0,698	0,229	2,557	1,285
90,96	2,33	3,22	3,49	1,173	0,095	0,794	0,496	2,558	1,285
87,83	5,85	2,77	3,55	1,133	0,238	0,683	0,504	2,558	1,285
91,51	3,24	4,82	0,43	1,180	0,132	1,189	0,061	2,562	1,287
84,26	11,67	4,06	0,00	1,087	0,474	1,001	0,000	2,562	1,287
68,32	28,19	0,39	3,10	0,881	1,145	0,096	0,441	2,563	1,288
85,24	10,50	4,13	0,13	1,100	0,426	1,018	0,018	2,563	1,288
85,38	10,32	4,16	0,14	1,101	0,419	1,026	0,020	2,566	1,290
89,04	6,03	4,54	0,39	1,149	0,245	1,120	0,055	2,568	1,291
72,35	24,68	2,08	0,88	0,933	1,002	0,513	0,125	2,573	1,293
70,56	26,42	1,57	1,44	0,910	1,073	0,387	0,205	2,575	1,294

71,94	23,81	0,77	3,48	0,928	0,967	0,190	0,495	2,579	1,296
71,31	25,32	1,47	1,90	0,920	1,028	0,363	0,270	2,580	1,297
92,30	1,29	4,11	2,29	1,191	0,052	1,014	0,325	2,582	1,297
67,38	29,22	0,42	2,98	0,869	1,186	0,104	0,423	2,583	1,298
75,23	21,58	2,72	0,46	0,970	0,876	0,671	0,065	2,583	1,298
79,74	14,95	1,83	3,49	1,029	0,607	0,451	0,496	2,583	1,298
83,65	11,23	3,08	2,04	1,079	0,456	0,760	0,290	2,584	1,299
83,78	11,32	3,32	1,59	1,081	0,460	0,819	0,226	2,585	1,299
70,98	26,61	2,36	0,05	0,916	1,080	0,582	0,007	2,585	1,299
84,54	9,88	2,88	2,70	1,091	0,401	0,710	0,384	2,586	1,299
86,81	7,67	3,61	1,92	1,120	0,311	0,890	0,273	2,594	1,304
90,11	3,62	3,77	2,50	1,162	0,147	0,930	0,355	2,594	1,304
82,33	13,06	3,32	1,30	1,062	0,530	0,819	0,185	2,596	1,304
78,30	16,94	2,12	2,64	1,010	0,688	0,523	0,375	2,596	1,304
82,07	13,55	3,50	0,88	1,059	0,550	0,863	0,125	2,597	1,305
75,41	20,96	2,48	1,14	0,973	0,851	0,612	0,162	2,597	1,305
77,81	17,30	1,90	2,98	1,004	0,702	0,469	0,423	2,598	1,306
89,83	5,15	4,96	0,06	1,159	0,209	1,223	0,009	2,600	1,306
91,40	2,82	4,64	1,14	1,179	0,114	1,144	0,162	2,600	1,306
93,47	0,62	5,07	0,84	1,206	0,025	1,250	0,119	2,601	1,307
93,30	1,21	5,44	0,05	1,204	0,049	1,342	0,007	2,601	1,307
72,82	22,83	1,12	3,23	0,939	0,927	0,276	0,459	2,601	1,307
90,33	3,32	3,82	2,54	1,165	0,135	0,942	0,361	2,603	1,308
91,88	0,98	3,53	3,61	1,185	0,040	0,870	0,513	2,609	1,311
72,11	24,02	1,49	2,39	0,930	0,975	0,367	0,340	2,612	1,313
89,48	5,48	4,98	0,06	1,154	0,222	1,228	0,009	2,613	1,313
83,73	10,98	3,23	2,05	1,080	0,446	0,797	0,291	2,614	1,313
85,74	9,65	4,42	0,19	1,106	0,392	1,090	0,027	2,615	1,314
70,02	26,65	1,50	1,83	0,903	1,082	0,370	0,260	2,615	1,314
87,38	7,83	4,69	0,10	1,127	0,318	1,157	0,014	2,616	1,315
72,71	22,72	1,02	3,55	0,938	0,922	0,252	0,504	2,616	1,315
83,27	11,04	2,72	2,98	1,074	0,448	0,671	0,423	2,617	1,315
92,31	1,99	5,11	0,60	1,191	0,081	1,260	0,085	2,617	1,315
71,83	23,90	1,09	3,18	0,927	0,970	0,269	0,452	2,618	1,315
82,46	13,42	4,06	0,06	1,064	0,545	1,001	0,009	2,618	1,316
90,19	4,54	4,98	0,30	1,163	0,184	1,228	0,043	2,618	1,316
88,49	5,48	3,81	2,23	1,142	0,222	0,940	0,317	2,620	1,317
78,32	17,99	3,41	0,28	1,010	0,730	0,841	0,040	2,621	1,317
73,10	22,24	1,10	3,56	0,943	0,903	0,271	0,506	2,623	1,318
87,76	5,46	2,93	3,85	1,132	0,222	0,723	0,547	2,623	1,318
89,61	4,19	4,04	2,15	1,156	0,170	0,996	0,306	2,628	1,321
89,96	2,88	3,19	3,97	1,160	0,117	0,787	0,564	2,628	1,321
79,83	15,76	3,18	1,23	1,030	0,640	0,784	0,175	2,629	1,321
78,43	16,60	2,29	2,68	1,012	0,674	0,565	0,381	2,631	1,322
70,50	25,92	1,53	2,06	0,909	1,052	0,377	0,293	2,632	1,323
82,95	10,97	2,44	3,63	1,070	0,445	0,602	0,516	2,633	1,323
73,64	23,07	2,69	0,60	0,950	0,937	0,663	0,085	2,635	1,324
78,12	18,12	3,41	0,36	1,008	0,736	0,841	0,051	2,635	1,324
85,88	9,37	4,54	0,22	1,108	0,380	1,120	0,031	2,639	1,326
91,76	1,20	3,92	3,11	1,184	0,049	0,967	0,442	2,641	1,327
80,00	15,98	3,73	0,29	1,032	0,649	0,920	0,041	2,642	1,328
82,20	13,57	4,12	0,11	1,060	0,551	1,016	0,016	2,643	1,328
89,77	4,69	4,86	0,68	1,158	0,190	1,198	0,097	2,644	1,328
84,20	11,32	4,41	0,08	1,086	0,460	1,088	0,011	2,645	1,329
75,92	20,13	2,75	1,20	0,979	0,817	0,678	0,171	2,645	1,329
80,16	14,06	2,12	3,66	1,034	0,571	0,523	0,520	2,648	1,331
81,24	14,66	4,05	0,05	1,048	0,595	0,999	0,007	2,649	1,331
93,78	0,30	5,61	0,31	1,210	0,012	1,383	0,044	2,649	1,331
84,65	9,24	3,02	3,09	1,092	0,375	0,745	0,439	2,651	1,332
73,44	21,84	1,47	3,25	0,947	0,887	0,363	0,462	2,658	1,336
86,97	7,88	4,64	0,51	1,122	0,320	1,144	0,072	2,659	1,336
71,95	24,01	1,77	2,26	0,928	0,975	0,436	0,321	2,661	1,337
76,38	19,20	2,57	1,85	0,985	0,780	0,634	0,263	2,661	1,337
71,84	23,61	1,23	3,33	0,927	0,959	0,303	0,473	2,662	1,338
80,26	15,72	4,02	0,00	1,035	0,638	0,991	0,000	2,665	1,339
83,21	10,88	3,00	2,90	1,073	0,442	0,740	0,412	2,667	1,340
83,15	12,43	4,42	0,00	1,073	0,505	1,090	0,000	2,667	1,340
90,67	3,77	5,32	0,24	1,170	0,153	1,312	0,034	2,669	1,341
87,00	8,03	4,93	0,04	1,122	0,326	1,216	0,006	2,670	1,342
70,81	24,95	1,35	2,89	0,913	1,013	0,333	0,411	2,670	1,342
88,90	5,58	4,93	0,59	1,147	0,227	1,216	0,084	2,673	1,343
75,37	19,35	1,59	3,69	0,972	0,786	0,392	0,524	2,674	1,344
78,54	16,85	3,09	1,52	1,013	0,684	0,762	0,216	2,675	1,344

77,75	16,49	1,77	3,99	1,003	0,669	0,436	0,567	2,676	1,345
77,22	17,14	1,75	3,90	0,996	0,696	0,432	0,554	2,678	1,346
90,05	3,14	4,03	2,79	1,162	0,127	0,994	0,396	2,679	1,346
76,11	20,24	3,43	0,22	0,982	0,822	0,846	0,031	2,681	1,347
81,25	13,27	3,02	2,46	1,048	0,539	0,745	0,350	2,681	1,347
72,86	23,20	2,33	1,61	0,940	0,942	0,575	0,229	2,685	1,349
71,97	23,02	1,08	3,93	0,928	0,935	0,266	0,558	2,688	1,351
73,54	22,59	2,62	1,24	0,949	0,917	0,646	0,176	2,688	1,351
77,56	17,79	2,92	1,73	1,001	0,722	0,720	0,246	2,689	1,351
85,90	9,13	4,84	0,13	1,108	0,371	1,194	0,018	2,691	1,352
83,82	9,95	3,08	3,16	1,081	0,404	0,760	0,449	2,694	1,354
85,78	9,01	4,64	0,57	1,107	0,366	1,144	0,081	2,698	1,356
89,19	5,40	5,35	0,06	1,151	0,219	1,319	0,009	2,698	1,356
72,37	23,26	1,91	2,46	0,934	0,944	0,471	0,350	2,699	1,356
81,34	14,27	4,29	0,09	1,049	0,579	1,058	0,013	2,699	1,356
81,98	12,83	3,69	1,49	1,058	0,521	0,910	0,212	2,700	1,357
86,19	8,63	4,80	0,39	1,112	0,350	1,184	0,055	2,701	1,357
74,22	21,72	2,74	1,33	0,957	0,882	0,676	0,189	2,704	1,359
91,71	2,52	5,73	0,04	1,183	0,102	1,413	0,006	2,704	1,359
83,00	12,34	4,53	0,12	1,071	0,501	1,117	0,017	2,706	1,360
83,91	10,41	3,77	1,91	1,082	0,423	0,930	0,271	2,706	1,360
90,77	3,58	5,62	0,03	1,171	0,145	1,386	0,004	2,706	1,360
81,74	13,70	4,30	0,25	1,054	0,556	1,060	0,036	2,707	1,360
92,32	1,52	5,54	0,62	1,191	0,062	1,366	0,088	2,707	1,360
86,78	8,03	5,02	0,17	1,119	0,326	1,238	0,024	2,708	1,361
80,35	15,40	4,23	0,02	1,037	0,625	1,043	0,003	2,708	1,361
81,30	14,26	4,30	0,14	1,049	0,579	1,060	0,020	2,708	1,361
90,78	1,57	3,69	3,97	1,171	0,064	0,910	0,564	2,709	1,361
69,28	26,82	1,67	2,23	0,894	1,089	0,412	0,317	2,711	1,362
73,85	21,82	2,47	1,86	0,953	0,886	0,609	0,264	2,712	1,363
76,08	18,26	1,77	3,89	0,981	0,741	0,436	0,553	2,712	1,363
88,56	4,44	3,81	3,18	1,142	0,180	0,940	0,452	2,714	1,364
84,28	10,69	4,59	0,44	1,087	0,434	1,132	0,063	2,716	1,365
66,33	29,81	0,98	2,88	0,856	1,210	0,242	0,409	2,717	1,365
92,53	1,04	5,45	0,97	1,194	0,042	1,344	0,138	2,718	1,366
85,37	9,50	4,83	0,29	1,101	0,386	1,191	0,041	2,719	1,366
78,47	17,29	3,86	0,38	1,012	0,702	0,952	0,054	2,720	1,367
69,07	26,74	1,42	2,77	0,891	1,086	0,350	0,394	2,720	1,367
92,73	0,64	5,35	1,28	1,196	0,026	1,319	0,182	2,723	1,369
85,65	8,99	4,72	0,64	1,105	0,365	1,164	0,091	2,725	1,369
70,76	25,03	1,91	2,29	0,913	1,016	0,471	0,325	2,725	1,370
89,75	2,91	3,91	3,43	1,158	0,118	0,964	0,487	2,728	1,371
80,56	15,02	4,32	0,11	1,039	0,610	1,065	0,016	2,730	1,372
71,87	22,99	1,32	3,83	0,927	0,933	0,326	0,544	2,730	1,372
90,69	1,76	3,99	3,56	1,170	0,071	0,984	0,506	2,731	1,372
76,92	18,43	3,16	1,49	0,992	0,748	0,779	0,212	2,732	1,373
83,16	11,23	3,89	1,72	1,073	0,456	0,959	0,244	2,732	1,373
84,83	8,36	3,18	3,63	1,094	0,339	0,784	0,516	2,734	1,374
79,64	14,26	2,50	3,60	1,027	0,579	0,617	0,512	2,734	1,374
86,06	8,42	4,77	0,75	1,110	0,342	1,176	0,107	2,735	1,374
75,36	20,32	3,10	1,22	0,972	0,825	0,764	0,173	2,735	1,374
67,22	29,87	2,32	0,59	0,867	1,213	0,572	0,084	2,736	1,375
82,66	11,76	3,87	1,70	1,066	0,477	0,954	0,242	2,740	1,377
84,26	9,01	3,18	3,54	1,087	0,366	0,784	0,503	2,740	1,377
91,00	2,87	5,56	0,57	1,174	0,117	1,371	0,081	2,743	1,378
87,53	6,80	5,09	0,58	1,129	0,276	1,255	0,082	2,743	1,378
75,95	20,18	3,76	0,12	0,980	0,819	0,927	0,017	2,743	1,379
84,38	10,43	4,72	0,48	1,089	0,423	1,164	0,068	2,744	1,379
74,71	20,98	3,06	1,25	0,964	0,852	0,755	0,178	2,748	1,381
80,84	14,54	4,39	0,23	1,043	0,590	1,083	0,033	2,748	1,381
87,83	4,86	3,64	3,67	1,133	0,197	0,898	0,522	2,749	1,382
68,70	28,21	2,67	0,42	0,886	1,145	0,658	0,060	2,750	1,382
90,70	2,55	4,96	1,79	1,170	0,104	1,223	0,254	2,751	1,382
87,13	7,43	5,30	0,14	1,124	0,302	1,307	0,020	2,753	1,383
86,75	6,41	3,84	3,00	1,119	0,260	0,947	0,426	2,753	1,383
89,01	4,87	5,15	0,97	1,148	0,198	1,270	0,138	2,754	1,384
90,49	2,84	5,02	1,65	1,167	0,115	1,238	0,234	2,755	1,384
92,72	0,50	5,53	1,25	1,196	0,020	1,364	0,178	2,758	1,386
84,58	10,17	4,87	0,38	1,091	0,413	1,201	0,054	2,759	1,386
76,82	19,16	4,01	0,01	0,991	0,778	0,989	0,001	2,759	1,387
91,44	2,51	5,92	0,13	1,180	0,102	1,460	0,018	2,760	1,387
83,94	10,08	4,00	1,98	1,083	0,409	0,986	0,281	2,760	1,387
85,07	8,34	3,71	2,88	1,097	0,339	0,915	0,409	2,760	1,387

73,10	23,00	3,16	0,74	0,943	0,934	0,779	0,105	2,761	1,388
68,58	26,51	0,97	3,95	0,885	1,076	0,239	0,561	2,761	1,388
88,37	6,01	5,54	0,08	1,140	0,244	1,366	0,011	2,762	1,388
81,28	13,99	4,52	0,22	1,049	0,568	1,115	0,031	2,762	1,388
67,19	28,66	1,37	2,78	0,867	1,164	0,338	0,395	2,763	1,389
81,64	11,64	2,72	3,99	1,053	0,473	0,671	0,567	2,763	1,389
77,47	18,36	4,11	0,07	0,999	0,745	1,014	0,010	2,768	1,391
78,98	14,92	2,65	3,45	1,019	0,606	0,653	0,490	2,768	1,391
70,67	26,06	3,21	0,05	0,912	1,058	0,792	0,007	2,768	1,391
73,62	22,39	3,28	0,71	0,950	0,909	0,809	0,101	2,768	1,391
76,87	17,14	2,23	3,76	0,992	0,696	0,550	0,534	2,772	1,393
73,78	21,72	2,89	1,60	0,952	0,882	0,713	0,227	2,774	1,394
84,11	9,11	3,43	3,35	1,085	0,370	0,846	0,476	2,777	1,395
81,86	13,22	4,65	0,27	1,056	0,537	1,147	0,038	2,778	1,396
67,61	29,47	2,85	0,06	0,872	1,196	0,703	0,009	2,780	1,397
75,47	19,74	3,11	1,68	0,974	0,801	0,767	0,239	2,781	1,397
91,57	1,95	5,74	0,75	1,181	0,079	1,415	0,107	2,782	1,398
69,13	26,91	2,28	1,67	0,892	1,093	0,562	0,237	2,784	1,399
88,89	5,03	5,44	0,65	1,147	0,204	1,342	0,092	2,785	1,399
89,03	4,94	5,54	0,49	1,148	0,201	1,366	0,070	2,785	1,399
76,47	19,40	4,09	0,03	0,986	0,788	1,009	0,004	2,787	1,400
67,72	28,19	1,81	2,27	0,874	1,145	0,446	0,323	2,787	1,401
80,25	14,29	3,80	1,66	1,035	0,580	0,937	0,236	2,788	1,401
67,34	28,16	1,31	3,20	0,869	1,143	0,323	0,455	2,790	1,402
86,10	8,11	5,08	0,71	1,111	0,329	1,253	0,101	2,794	1,404
80,27	15,04	4,59	0,11	1,035	0,611	1,132	0,016	2,794	1,404
87,61	6,58	5,48	0,33	1,130	0,267	1,351	0,047	2,796	1,405
77,11	18,63	4,22	0,04	0,995	0,756	1,041	0,006	2,797	1,406
77,78	17,84	4,36	0,02	1,003	0,724	1,075	0,003	2,806	1,410
78,89	14,96	2,97	3,17	1,018	0,607	0,732	0,450	2,808	1,411
75,25	20,70	4,04	0,01	0,971	0,840	0,996	0,001	2,809	1,411
75,53	20,37	4,06	0,05	0,974	0,827	1,001	0,007	2,810	1,412
69,14	26,26	1,90	2,70	0,892	1,066	0,469	0,384	2,810	1,412
89,60	3,85	5,44	1,12	1,156	0,156	1,342	0,159	2,813	1,413
68,12	28,01	2,39	1,48	0,879	1,137	0,589	0,210	2,816	1,415
73,59	20,56	1,92	3,93	0,949	0,835	0,473	0,558	2,816	1,415
91,76	1,17	5,57	1,50	1,184	0,048	1,374	0,213	2,818	1,416
80,33	13,08	3,02	3,57	1,036	0,531	0,745	0,507	2,819	1,417
72,02	22,40	1,81	3,77	0,929	0,909	0,446	0,536	2,821	1,417
83,03	11,80	5,12	0,06	1,071	0,479	1,263	0,009	2,821	1,418
78,33	15,25	2,68	3,74	1,010	0,619	0,661	0,531	2,822	1,418
66,41	28,66	0,98	3,95	0,857	1,164	0,242	0,561	2,823	1,419
91,32	1,99	5,88	0,81	1,178	0,081	1,450	0,115	2,824	1,419
68,14	27,43	1,95	2,47	0,879	1,114	0,481	0,351	2,825	1,419
72,34	22,01	1,89	3,76	0,933	0,894	0,466	0,534	2,827	1,421
85,12	8,21	4,29	2,39	1,098	0,333	1,058	0,340	2,829	1,422
87,76	4,76	4,26	3,22	1,132	0,193	1,051	0,458	2,833	1,424
82,48	10,47	3,31	3,74	1,064	0,425	0,816	0,531	2,837	1,426
90,82	2,51	5,92	0,74	1,172	0,102	1,460	0,105	2,839	1,426
78,41	15,15	2,83	3,62	1,011	0,615	0,698	0,514	2,839	1,427
80,30	14,54	4,60	0,57	1,036	0,590	1,134	0,081	2,842	1,428
76,21	19,02	3,91	0,86	0,983	0,772	0,964	0,122	2,842	1,428
80,63	14,38	4,90	0,08	1,040	0,584	1,208	0,011	2,844	1,429
82,74	10,18	3,45	3,62	1,067	0,413	0,851	0,514	2,846	1,430
81,41	13,27	4,82	0,50	1,050	0,539	1,189	0,071	2,849	1,431
87,04	6,52	5,23	1,21	1,123	0,265	1,290	0,172	2,849	1,432
69,98	25,85	2,92	1,25	0,903	1,050	0,720	0,178	2,850	1,432
86,13	7,58	5,15	1,15	1,111	0,308	1,270	0,163	2,852	1,433
70,12	25,04	2,34	2,50	0,905	1,017	0,577	0,355	2,853	1,434
76,62	18,80	4,34	0,24	0,988	0,763	1,070	0,034	2,856	1,435
73,50	22,44	4,04	0,01	0,948	0,911	0,996	0,001	2,857	1,436
86,66	7,42	5,76	0,15	1,118	0,301	1,420	0,021	2,861	1,438
74,33	21,44	4,13	0,10	0,959	0,870	1,018	0,014	2,862	1,438
82,49	11,95	5,02	0,54	1,064	0,485	1,238	0,077	2,864	1,439
83,81	10,71	5,46	0,02	1,081	0,435	1,346	0,003	2,865	1,440
79,69	15,10	4,66	0,54	1,028	0,613	1,149	0,077	2,867	1,441
75,41	18,54	2,72	3,33	0,973	0,753	0,671	0,473	2,869	1,442
83,97	10,43	5,51	0,09	1,083	0,423	1,359	0,013	2,878	1,446
79,01	14,80	3,64	2,54	1,019	0,601	0,898	0,361	2,879	1,447
82,90	11,54	5,27	0,29	1,069	0,469	1,300	0,041	2,879	1,447
75,42	18,95	3,22	2,41	0,973	0,769	0,794	0,342	2,879	1,447
86,13	7,86	5,69	0,32	1,111	0,319	1,403	0,045	2,879	1,447
72,57	23,40	4,02	0,01	0,936	0,950	0,991	0,001	2,879	1,447

87,97	4,26	4,51	3,26	1,135	0,173	1,112	0,463	2,883	1,449
77,29	16,78	3,54	2,39	0,997	0,681	0,873	0,340	2,891	1,453
70,67	24,73	3,09	1,51	0,912	1,004	0,762	0,215	2,892	1,453
66,48	29,47	2,52	1,53	0,858	1,196	0,621	0,217	2,893	1,454
91,24	1,38	5,86	1,52	1,177	0,056	1,445	0,216	2,894	1,454
71,25	23,98	3,10	1,67	0,919	0,974	0,764	0,237	2,894	1,455
66,58	29,16	2,36	1,90	0,859	1,184	0,582	0,270	2,895	1,455
83,99	8,68	4,01	3,32	1,083	0,352	0,989	0,472	2,897	1,456
77,16	16,85	3,51	2,48	0,995	0,684	0,866	0,352	2,897	1,456
75,90	19,40	4,45	0,25	0,979	0,788	1,097	0,036	2,900	1,457
84,42	8,58	4,48	2,53	1,089	0,348	1,105	0,360	2,902	1,458
72,59	23,27	4,14	0,01	0,936	0,945	1,021	0,001	2,904	1,459
69,15	26,82	3,35	0,68	0,892	1,089	0,826	0,097	2,904	1,459
90,46	2,22	5,81	1,51	1,167	0,090	1,433	0,215	2,904	1,459
80,90	13,48	4,93	0,69	1,044	0,547	1,216	0,098	2,905	1,460
68,07	27,65	2,84	1,44	0,878	1,123	0,700	0,205	2,906	1,460
72,17	23,70	4,10	0,03	0,931	0,962	1,011	0,004	2,909	1,462
68,98	26,70	3,10	1,21	0,890	1,084	0,764	0,172	2,910	1,462
70,73	25,33	3,93	0,01	0,912	1,028	0,969	0,001	2,911	1,463
73,48	20,93	3,08	2,51	0,948	0,850	0,760	0,357	2,914	1,464
73,13	20,75	2,49	3,62	0,943	0,842	0,614	0,514	2,914	1,464
75,85	19,51	4,63	0,02	0,978	0,792	1,142	0,003	2,915	1,465
71,49	24,42	4,06	0,03	0,922	0,991	1,001	0,004	2,919	1,467
76,12	18,35	3,89	1,64	0,982	0,745	0,959	0,233	2,919	1,467
83,66	10,42	5,51	0,41	1,079	0,423	1,359	0,058	2,919	1,467
81,03	13,28	5,04	0,65	1,045	0,539	1,243	0,092	2,920	1,467
87,91	5,16	5,67	1,26	1,134	0,209	1,398	0,179	2,921	1,468
79,26	15,29	4,83	0,62	1,022	0,621	1,191	0,088	2,922	1,469
81,61	11,16	3,76	3,48	1,053	0,453	0,927	0,495	2,928	1,471
84,35	9,35	5,43	0,87	1,088	0,380	1,339	0,124	2,930	1,473
69,73	25,41	2,99	1,87	0,900	1,032	0,737	0,266	2,934	1,474
75,95	19,18	4,62	0,26	0,980	0,779	1,139	0,037	2,935	1,475
68,08	26,41	1,95	3,56	0,878	1,072	0,481	0,506	2,937	1,476
71,80	23,81	4,04	0,34	0,926	0,967	0,996	0,048	2,937	1,476
72,75	22,86	4,30	0,08	0,938	0,928	1,060	0,011	2,938	1,477
81,02	11,70	3,68	3,60	1,045	0,475	0,907	0,512	2,939	1,477
70,93	24,94	4,09	0,04	0,915	1,013	1,009	0,006	2,942	1,478
78,33	15,63	4,20	1,84	1,010	0,635	1,036	0,261	2,942	1,479
81,62	12,45	5,19	0,74	1,053	0,505	1,280	0,105	2,943	1,479
73,75	21,74	4,49	0,02	0,951	0,883	1,107	0,003	2,944	1,479
83,51	10,39	5,59	0,51	1,077	0,422	1,378	0,072	2,950	1,482
67,10	27,27	1,71	3,92	0,866	1,107	0,422	0,557	2,951	1,483
72,84	22,12	3,81	1,23	0,940	0,898	0,940	0,175	2,952	1,483
68,47	26,21	2,38	2,94	0,883	1,064	0,587	0,418	2,952	1,483
71,28	24,48	4,19	0,05	0,920	0,994	1,033	0,007	2,954	1,484
76,20	18,90	4,89	0,01	0,983	0,767	1,206	0,001	2,958	1,486
87,03	5,97	5,73	1,27	1,123	0,242	1,413	0,180	2,959	1,487
70,04	24,44	2,71	2,81	0,904	0,992	0,668	0,399	2,963	1,489
70,35	24,21	2,88	2,57	0,908	0,983	0,710	0,365	2,966	1,490
84,94	7,76	4,97	2,33	1,096	0,315	1,226	0,331	2,967	1,491
75,97	19,05	4,88	0,09	0,980	0,773	1,203	0,013	2,970	1,492
74,15	21,10	4,61	0,14	0,957	0,857	1,137	0,020	2,970	1,492
71,76	23,78	4,28	0,17	0,926	0,965	1,055	0,024	2,971	1,493
65,51	29,70	2,30	2,49	0,845	1,206	0,567	0,354	2,972	1,493
86,85	6,17	5,83	1,15	1,120	0,251	1,438	0,163	2,972	1,493
71,06	24,59	4,20	0,16	0,917	0,998	1,036	0,023	2,973	1,494
81,57	10,75	3,82	3,86	1,052	0,436	0,942	0,549	2,979	1,497
86,79	6,27	5,93	1,01	1,120	0,255	1,462	0,144	2,980	1,497
66,75	28,22	2,51	2,52	0,861	1,146	0,619	0,358	2,984	1,499
80,16	14,24	5,52	0,08	1,034	0,578	1,361	0,011	2,985	1,500
72,49	21,19	2,80	3,52	0,935	0,860	0,690	0,500	2,986	1,501
73,35	20,28	3,00	3,37	0,946	0,823	0,740	0,479	2,988	1,502
75,74	17,38	3,14	3,75	0,977	0,706	0,774	0,533	2,990	1,502
86,73	6,16	5,85	1,26	1,119	0,250	1,443	0,179	2,991	1,503
78,21	16,02	4,90	0,87	1,009	0,650	1,208	0,124	2,991	1,503
80,27	13,77	5,25	0,72	1,035	0,559	1,295	0,102	2,992	1,503
66,94	29,06	3,67	0,33	0,864	1,180	0,905	0,047	2,995	1,505
81,26	12,77	5,56	0,41	1,048	0,518	1,371	0,058	2,996	1,506
66,24	29,15	2,90	1,71	0,854	1,183	0,715	0,243	2,996	1,506
68,11	27,42	3,54	0,93	0,879	1,113	0,873	0,132	2,997	1,506
76,04	18,88	5,05	0,03	0,981	0,767	1,245	0,004	2,997	1,506
79,93	12,58	3,75	3,74	1,031	0,511	0,925	0,531	2,998	1,507
68,55	26,89	3,57	1,00	0,884	1,092	0,880	0,142	2,998	1,507

79,22	13,41	3,69	3,68	1,022	0,544	0,910	0,523	2,999	1,507
72,00	23,30	4,39	0,32	0,929	0,946	1,083	0,045	3,003	1,509
74,49	19,02	3,33	3,16	0,961	0,772	0,821	0,449	3,003	1,509
86,95	5,84	5,98	1,22	1,122	0,237	1,475	0,173	3,007	1,511
80,08	12,26	3,73	3,93	1,033	0,498	0,920	0,558	3,009	1,512
77,32	15,87	3,85	2,95	0,997	0,644	0,949	0,419	3,010	1,513
71,39	24,00	4,41	0,20	0,921	0,974	1,088	0,028	3,011	1,513
69,64	26,01	4,21	0,14	0,898	1,056	1,038	0,020	3,012	1,514
80,49	13,68	5,65	0,18	1,038	0,555	1,393	0,026	3,013	1,514
68,56	27,28	4,11	0,05	0,884	1,108	1,014	0,007	3,013	1,514
73,21	21,81	4,60	0,37	0,944	0,885	1,134	0,053	3,017	1,516
73,68	21,37	4,78	0,17	0,950	0,868	1,179	0,024	3,021	1,518
88,79	3,36	5,97	1,88	1,145	0,136	1,472	0,267	3,021	1,518
85,42	7,52	5,85	1,21	1,102	0,305	1,443	0,172	3,022	1,518
73,55	21,30	4,59	0,57	0,949	0,865	1,132	0,081	3,026	1,521
68,77	26,90	4,18	0,15	0,887	1,092	1,031	0,021	3,031	1,523
68,88	24,83	2,31	3,98	0,889	1,008	0,570	0,566	3,032	1,524
78,47	15,88	5,50	0,14	1,012	0,645	1,356	0,020	3,033	1,524
71,44	22,56	3,29	2,71	0,922	0,916	0,811	0,385	3,034	1,525
69,89	25,65	4,38	0,08	0,902	1,041	1,080	0,011	3,034	1,525
67,64	28,24	4,11	0,02	0,873	1,147	1,014	0,003	3,035	1,525
81,22	11,15	4,33	3,30	1,048	0,453	1,068	0,469	3,037	1,526
81,50	11,14	4,70	2,66	1,051	0,452	1,159	0,378	3,041	1,528
67,99	27,77	4,14	0,11	0,877	1,127	1,021	0,016	3,041	1,528
66,49	29,31	3,82	0,38	0,858	1,190	0,942	0,054	3,044	1,530
79,15	13,92	4,54	2,40	1,021	0,565	1,120	0,341	3,047	1,531
74,36	18,68	3,28	3,67	0,959	0,758	0,809	0,522	3,048	1,532
85,55	6,89	5,65	1,91	1,104	0,280	1,393	0,271	3,048	1,532
73,65	20,48	4,17	1,70	0,950	0,831	1,028	0,242	3,051	1,533
80,23	13,44	5,60	0,74	1,035	0,546	1,381	0,105	3,067	1,541
67,46	28,19	4,17	0,17	0,870	1,145	1,028	0,024	3,067	1,541
80,47	13,36	5,87	0,30	1,038	0,542	1,448	0,043	3,071	1,543
78,81	15,24	5,66	0,29	1,017	0,619	1,396	0,041	3,072	1,544
77,41	16,69	5,34	0,56	0,999	0,678	1,317	0,080	3,073	1,544
71,45	23,55	4,71	0,29	0,922	0,956	1,161	0,041	3,081	1,548
69,08	25,48	3,68	1,76	0,891	1,034	0,907	0,250	3,083	1,549
75,26	19,33	5,35	0,06	0,971	0,785	1,319	0,009	3,083	1,549
66,85	28,60	3,96	0,59	0,862	1,161	0,977	0,084	3,084	1,550
72,33	21,62	3,97	2,07	0,933	0,878	0,979	0,294	3,084	1,550
71,83	22,17	3,91	2,09	0,927	0,900	0,964	0,297	3,088	1,552
65,25	28,95	2,37	3,43	0,842	1,175	0,584	0,487	3,089	1,552
82,89	9,71	5,51	1,88	1,069	0,394	1,359	0,267	3,089	1,552
79,32	14,08	5,33	1,27	1,023	0,572	1,314	0,180	3,090	1,553
74,43	20,07	5,12	0,37	0,960	0,815	1,263	0,053	3,090	1,553
78,85	15,19	5,87	0,09	1,017	0,617	1,448	0,013	3,094	1,555
67,25	28,39	4,34	0,03	0,868	1,153	1,070	0,004	3,095	1,555
68,84	25,92	3,96	1,29	0,888	1,052	0,977	0,183	3,100	1,558
69,72	24,34	3,53	2,41	0,899	0,988	0,870	0,342	3,101	1,558
72,29	20,77	3,29	3,66	0,933	0,843	0,811	0,520	3,107	1,561
83,63	8,77	5,68	1,92	1,079	0,356	1,401	0,273	3,108	1,562
78,94	13,79	4,77	2,50	1,018	0,560	1,176	0,355	3,110	1,563
75,65	18,30	5,10	0,94	0,976	0,743	1,258	0,134	3,110	1,563
72,59	22,13	5,01	0,28	0,936	0,898	1,235	0,040	3,110	1,563
75,41	17,07	3,69	3,84	0,973	0,693	0,910	0,546	3,121	1,569
76,84	16,39	4,82	1,95	0,991	0,665	1,189	0,277	3,122	1,569
69,10	26,12	4,75	0,02	0,891	1,060	1,171	0,003	3,126	1,571
69,42	25,64	4,70	0,23	0,896	1,041	1,159	0,033	3,128	1,572
74,82	19,12	5,03	1,03	0,965	0,776	1,240	0,146	3,128	1,572
76,30	17,67	5,47	0,55	0,984	0,717	1,349	0,078	3,129	1,572
73,39	19,36	3,54	3,70	0,947	0,786	0,873	0,526	3,131	1,574
79,76	13,42	5,68	1,14	1,029	0,545	1,401	0,162	3,136	1,576
70,33	24,36	4,73	0,57	0,907	0,989	1,166	0,081	3,144	1,580
78,36	14,84	5,41	1,39	1,011	0,603	1,334	0,198	3,145	1,580
76,57	16,50	4,83	2,10	0,988	0,670	1,191	0,298	3,147	1,581
65,62	28,42	2,91	3,05	0,846	1,154	0,718	0,433	3,151	1,584
73,10	21,01	4,98	0,91	0,943	0,853	1,228	0,129	3,153	1,585
65,29	28,33	2,44	3,94	0,842	1,150	0,602	0,560	3,154	1,585
66,04	28,24	3,28	2,44	0,852	1,147	0,809	0,347	3,154	1,585
70,47	23,06	3,82	2,65	0,909	0,936	0,942	0,377	3,164	1,590
68,42	26,43	4,62	0,52	0,883	1,073	1,139	0,074	3,169	1,592
68,18	26,87	4,75	0,21	0,880	1,091	1,171	0,030	3,172	1,594
65,75	28,26	3,14	2,86	0,848	1,147	0,774	0,406	3,176	1,596
74,76	17,65	3,99	3,60	0,964	0,717	0,984	0,512	3,176	1,596

69,86	24,98	5,07	0,09	0,901	1,014	1,250	0,013	3,178	1,597
74,67	19,49	5,69	0,15	0,963	0,791	1,403	0,021	3,179	1,597
74,10	20,12	5,63	0,15	0,956	0,817	1,388	0,021	3,182	1,599
67,44	27,47	4,55	0,54	0,870	1,115	1,122	0,077	3,184	1,600
71,00	22,19	3,88	2,94	0,916	0,901	0,957	0,418	3,191	1,604
75,19	18,69	5,69	0,43	0,970	0,759	1,403	0,061	3,193	1,605
70,15	24,34	4,98	0,52	0,905	0,988	1,228	0,074	3,195	1,606
78,11	14,97	5,74	1,19	1,008	0,608	1,415	0,169	3,200	1,608
78,43	14,79	5,97	0,82	1,012	0,600	1,472	0,117	3,201	1,609
69,31	23,64	3,36	3,69	0,894	0,960	0,829	0,524	3,207	1,611
71,62	22,71	5,32	0,35	0,924	0,922	1,312	0,050	3,208	1,612
66,23	28,90	4,70	0,18	0,854	1,173	1,159	0,026	3,212	1,614
76,42	17,00	5,76	0,82	0,986	0,690	1,420	0,117	3,213	1,615
66,81	28,14	4,73	0,31	0,862	1,142	1,166	0,044	3,215	1,615
68,02	26,81	4,93	0,25	0,877	1,088	1,216	0,036	3,217	1,617
71,48	22,69	5,23	0,60	0,922	0,921	1,290	0,085	3,218	1,617
75,80	17,43	5,64	1,13	0,978	0,708	1,391	0,161	3,237	1,627
69,57	25,03	5,36	0,05	0,897	1,016	1,322	0,007	3,243	1,629
65,28	29,72	4,72	0,28	0,842	1,207	1,164	0,040	3,252	1,634
71,31	20,97	3,75	3,98	0,920	0,851	0,925	0,566	3,262	1,639
76,92	16,02	5,92	1,14	0,992	0,650	1,460	0,162	3,265	1,640
65,66	29,15	4,84	0,36	0,847	1,183	1,194	0,051	3,275	1,646
67,82	26,84	5,33	0,02	0,875	1,090	1,314	0,003	3,282	1,649
70,58	21,91	3,99	3,51	0,910	0,890	0,984	0,499	3,283	1,650
72,53	20,84	5,36	1,27	0,936	0,846	1,322	0,180	3,284	1,650
70,60	23,16	5,27	0,97	0,911	0,940	1,300	0,138	3,288	1,652
68,73	25,32	5,10	0,86	0,887	1,028	1,258	0,122	3,294	1,656
67,44	27,01	5,23	0,32	0,870	1,097	1,290	0,045	3,302	1,659
66,01	28,70	5,12	0,17	0,852	1,165	1,263	0,024	3,303	1,660
64,84	29,70	4,85	0,61	0,836	1,206	1,196	0,087	3,325	1,671
64,87	29,65	4,84	0,64	0,837	1,204	1,194	0,091	3,325	1,671
65,14	29,41	5,04	0,41	0,840	1,194	1,243	0,058	3,335	1,676
68,61	23,86	3,94	3,59	0,885	0,969	0,972	0,510	3,336	1,676
73,74	19,25	5,82	1,20	0,951	0,782	1,435	0,171	3,339	1,678
64,74	29,88	5,10	0,27	0,835	1,213	1,258	0,038	3,344	1,681
67,03	25,75	4,00	3,23	0,865	1,045	0,986	0,459	3,356	1,686
67,67	26,27	5,31	0,75	0,873	1,067	1,309	0,107	3,356	1,686
64,96	28,89	4,78	1,37	0,838	1,173	1,179	0,195	3,384	1,701
68,38	24,36	4,67	2,58	0,882	0,989	1,152	0,367	3,389	1,703
63,86	29,13	3,75	3,25	0,824	1,183	0,925	0,462	3,393	1,705
65,70	27,70	4,68	1,92	0,848	1,125	1,154	0,273	3,399	1,708
65,24	28,97	5,64	0,15	0,842	1,176	1,391	0,021	3,430	1,724
63,08	29,64	3,63	3,66	0,814	1,203	0,895	0,520	3,432	1,725
69,26	23,70	5,59	1,46	0,893	0,962	1,378	0,207	3,442	1,729
65,69	26,46	3,89	3,97	0,847	1,074	0,959	0,564	3,445	1,731
69,66	23,49	5,94	0,91	0,899	0,954	1,465	0,129	3,446	1,732
64,21	29,76	5,35	0,68	0,828	1,208	1,319	0,097	3,453	1,735
65,36	28,13	5,44	1,07	0,843	1,142	1,342	0,152	3,479	1,748
65,09	28,77	5,91	0,24	0,840	1,168	1,457	0,034	3,499	1,758
68,64	23,92	5,85	1,58	0,885	0,971	1,443	0,225	3,524	1,771
64,77	28,76	5,84	0,64	0,836	1,168	1,440	0,091	3,534	1,776
64,78	28,49	5,73	1,00	0,836	1,157	1,413	0,142	3,547	1,783
65,96	26,97	5,75	1,32	0,851	1,095	1,418	0,188	3,551	1,785
65,25	27,57	5,90	1,28	0,842	1,119	1,455	0,182	3,598	1,808
63,07	29,99	5,88	1,06	0,814	1,218	1,450	0,151	3,632	1,825
65,02	27,32	5,84	1,82	0,839	1,109	1,440	0,259	3,647	1,833
62,84	29,56	5,36	2,24	0,811	1,200	1,322	0,318	3,651	1,835
63,65	28,47	5,97	1,92	0,821	1,156	1,472	0,273	3,722	1,870

Índice de acidez de cada fração de grãos de soja (mg KOH/g)*

Sádios: 1,29

PQA: 4,06

Mofados: 24,66

A/Q: 14,21

* valor médio obtido por meio das análises do índice de acidez de cada fração de grãos de ambas as safras