

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

LEIDE ELEN GOMES SANTOS

**PERDA DA QUALIDADE DO GRÃO DE SOJA NO BRASIL EM
FUNÇÃO DOS ALTOS TEORES DE ACIDEZ E CLOROFILA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2016

LEIDE ELEN GOMES SANTOS

**PERDA DA QUALIDADE DO GRÃO DE SOJA NO BRASIL EM
FUNÇÃO DOS ALTOS TEORES DE ACIDEZ E CLOROFILA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Neusa Fatima Seibel.

Coorientador: Pesq. Ms. José Marcos Gontijo Mandarino.

LONDRINA
2016

TERMO DE APROVAÇÃO

**PERDA DA QUALIDADE DO GRÃO DE SOJA NO BRASIL EM FUNÇÃO DOS
ALTOS TEORES DE ACIDEZ E CLOROFILA**

LEIDE ELEN GOMES SANTOS

Este(a) Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado(a) em de novembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Neusa Fatima Seibel
Prof.(a) Orientador(a)

Amélia Elena Terrile
Membro titular

Paulo de Tarso Carvalho
Membro titular

Dedico este trabalho ao amor da minha vida, aquele que me traz esperança todos os dias. Sem você eu jamais teria conseguido.

AGRADECIMENTOS

Sem dúvida estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase da minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre estas palavras, mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e da minha gratidão.

Agradeço a Deus, sem ele eu jamais teria conseguido.

A minha orientadora Prof.^a Dra. Neusa Fatima Seibel, pela sabedoria e competência com que me guiou nesta trajetória, eu tenho muita admiração por você!

Ao meu coorientador e pesquisador da Embrapa Soja Ms. José Marcos Gontijo Mandarino, por ser paciente e se mostrar sempre solícito.

Aos colegas do laboratório de físico-química da Embrapa Soja, especialmente ao Analista Rodrigo Santos Leite.

Aos meus colegas de sala.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento aos meus pais Leide Nazaré e Ednaldo Gomes, meus queridos irmãos Eglain Sanlay e Ednaldo Junior pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

E o que dizer a vocês Diogo Mello e Davi Santos? Obrigada pela paciência, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho. Valeu a pena toda distância, todo sofrimento, todas as renúncias.... Valeu a pena esperar... Hoje estamos colhendo, juntos, os frutos do nosso empenho! Esta vitória é muito mais sua do que minha!!!

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

É melhor ouvir a repreensão dos sábios
do que elogios de um tolo.
(Eclesiastes, 7. 5)

RESUMO

SANTOS, Leide E. G. **Perda da qualidade do grão de soja no Brasil em função dos altos teores de acidez e clorofila.** 2016. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2016.

Com mais de 134 anos de existência no Brasil, a soja (*Glycine max L.*) Merrill é cultivada em praticamente todo o território brasileiro, hoje destaca-se como a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. Possui um alto teor de proteína (38%) e óleo (18%), o que lhe confere múltiplas utilizações, sendo largamente utilizado pela indústria esmagadora para a produção do óleo de soja, mas um dos desafios da indústria consiste em obter um grão com baixos teores de acidez titulável e clorofila. Tendo em vista a necessidade de estudar a qualidade do grão de soja, objetivou-se neste trabalho quantificar os níveis de acidez titulável e clorofila dos grãos de soja da safra de 2014/2015 em nove estados do Brasil. Buscou-se avaliar o percentual de acidez titulável e clorofila dos grãos da safra 2014/2015 de nove estados do Brasil. Analisou-se 408 amostras de grãos de soja, cultivadas nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Bahia, por meio de análises para quantificação de acidez titulável e determinação dos teores de clorofila *a,b* e total através da espectrofotometria UV-VIS. Os resultados obtidos demonstraram que as amostras dos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul respectivamente, alcançaram os menores resultados de acidez titulável, na faixa de 1 a 1,5% e o estado de Goiás na região centro-oeste foi o que obteve a maior média, próximo a 4,5%, demonstrando que o teor de acidez aumentou com o aumento de latitude. Os resultados podem ter sido influenciados por altas temperaturas, ataque de percevejos ou manejo inadequado. Para as análises que quantificaram o teor de clorofila no grão de soja, os estados de Santa Catarina e Mato Grosso obtiveram os menores valores, com menos de 2,00 mg.g⁻¹ e o estado da Bahia obteve o maior valor entre os nove estados, com média superior a 10,00 mg.g⁻¹. Fatores como estresse, morte prematura da planta, baixo desenvolvimento do grão, doenças que afetam a raiz, hastes e folhas da planta, assim como o *déficit* hídrico e presença de pragas podem ter colaborado para os altos resultados encontrados.

Palavras-chave: Soja. Clorofila. Acidez. Qualidade. Óleo.

ABSTRACT

SANTOS, Leide E. G. Soybean quality loss in Brazil due to the high acidity levels and chlorophyll. 2016. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Federal Technology University - Parana. Londrina, 2016.

Along 134 years of existence in Brazil, soybean or (*Glycine max L.*) Merrill is grown almost all over Brazil, nowadays it stands out as the most important oilseed crop in the world. It has a high protein content (38%) and oil (18%), which implies in multiple uses, being widely used for crushing industry in the production of soybean oil. One of the industry's challenges is to obtain a grain with low titratable acidity content and chlorophyll. Facing the need of researches about soybean's quality, this study aimed to quantify the acidity levels and chlorophyll of 2014/2015 soybean crop in nine states of Brazil. We sought to evaluate the percentage of titratable acidity and chlorophyll 2014/2015 crop nine states of Brazil; compare the percentage of titratable acidity and chlorophyll of the season 2014/2015 with previous crops and other works and analyze the possible causes of change in the quality of soybean in nine states of Brazil. It was analyzed 408 soybean samples grown in the states of Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Parana, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais and Bahia, during the harvest season 2014/15 using analysis to quantify acidity levels and determining the contents of chlorophyll a, b and total by spectrophotometry. The results demonstrated that the states of Santa Catarina, Parana and Rio Grande do Sul, respectively, achieved the lowest results remaining in the range of 1 to 1.5%. The state of Goiás, in the Midwest region, was the one with the highest average titratable acidity close to 4.5%, showing that the acid content increased with increasing latitude. The results may have been influenced by high temperatures, bed bugs attack or inappropriate management. The analysis that quantified the chlorophyll content of soybean in the states of Santa Catarina and Mato Grosso obtained the lowest value, less than 2.00 mg. g⁻¹. The state of Bahia had the highest average among the nine states with higher average 10.00 mg g⁻¹. Factors such as stress, premature plant death, low development of grain, diseases affecting the roots, stems and leaves of the plant, as well as drought and pest presence may have contributed to the high results obtained.

Keywords: Soy. Chlorophyll. Acidity. Quality. Oil

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Estrutura química da clorofila a e b.....	16
Figura 2- Espectro de absorção para clorofila a e b.....	16
Equação 1 – Fator de perdas por acidez	19
Equação 2 – Acidez titulável	22
Equação 3 – Quantificação do teor de clorofila	22
Equação 4 – Quantificação do teor de clorofila	22
Equação 5 – Quantificação do teor de clorofila	22
Gráfico 1 – Médias de índice de acidez em porcentagem em amostras de soja coletadas em nove estados produtores de soja na safra 2014/2015	33
Gráfico 2 – Médias dos teores de clorofila em porcentagem em amostras de soja coletadas em nove Estados produtores de soja na safra 2014/2015	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.....	24
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para a soja do grupo I.....	13
Quadro 2 – Percentuais de grãos imaturos e concentração de clorofila em ppm	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS GRÃOS DE SOJA	13
3.1 CLOROFILA.....	15
3.2 ACIDEZ TITULÁVEL.....	17
3.3 INFLUÊNCIA DA CLOROFILA E DA ACIDEZ NOS GRÃOS E NO PROCESSAMENTO.....	18
4 METODOLOGIA	20
4.1 MATERIAL.....	20
4.2 MÉTODOS.....	20
4.2.1 Preparação das amostras.....	20
4.2.1.1 Determinação de acidez total titulável.....	21
4.2.1.2 Quantificação de Clorofila.....	22
4.3 TRATAMENTO DE DADOS.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Com mais de 134 anos de existência no Brasil, a soja ou (*Glycine max L.*) Merrill como é cientificamente conhecida é cultivada em praticamente todo o território brasileiro. Há algumas décadas atrás a plantação se restringia apenas ao sul do país, porém, a diversidade de grãos e o avanço da biotecnologia contribuíram para que atualmente ela seja plantada em praticamente todas as regiões do Brasil.

A soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (BRASIL, 2013), a área de plantio para a safra de 2015/2016 está estimada em 5,24 milhões de hectares. Esses números se justificam pela ampla finalidade a que o grão pode ser empregado. Em virtude de seu alto teor de proteína (38%) e óleo (18%), o que lhe confere múltiplas utilizações. Acredita-se que em função desses atributos, possibilitou-se a formação de complexos industriais destinados ao seu processamento (MANDARINO; RESSING; BENASSI, 2005).

No Brasil e no mundo a indústria esmagadora tem se destacado, utilizando o grão de soja como matéria-prima para a produção de óleo e farelo. O farelo é direcionado em grande parte para a indústria de rações, destacando-se como o principal emprego econômico da soja. Já o óleo tem sua parcela de importância econômica na indústria, sendo a base para produção de óleo refinado, gorduras hidrogenadas, margarinas, maionese, e ainda empregado na produção industrial de tintas, lubrificantes, solventes, plásticos, resinas e até mesmo do biodiesel (MANDARINO; RESSING, 2001).

Os desafios da indústria esmagadora são inúmeros, pois a matéria-prima utilizada é o grão, e o mesmo está susceptível ao ataque de pragas, desequilíbrios climáticos, degradação microbiológica, reações de oxidação e colheita precoce, antes de atingir o estágio de maturação adequado. Fatores como esses vão contribuir para incidência de grãos defeituosos, acarretando posteriormente, se não corrigidos, em prejuízos para a indústria de óleos.

A fim de minimizar as perdas, vem se buscando alternativas para se melhorar a qualidade do grão de soja utilizado pelas indústrias de óleos, e isso vem sendo feito através de indicadores de qualidade. Na maioria das vezes as indústrias

submetem amostras dos grãos recebidos a análises físico-químicas, para determinação do índice de acidez titulável e teores de clorofila.

No entanto, os níveis de qualidade do grão de soja do Brasil, em função dos teores de acidez titulável e clorofila, não têm sido estudados suficientemente. O território brasileiro é diversificado em vários aspectos e a soja é semeada em diversas regiões ao longo de sua extensão, conferindo diferenças na composição química do grão. É esperado que ocorram variações, à medida que variam às práticas culturais de cultivo, transporte, armazenamento e ainda outras condições as quais o grão pode ser submetido. Abre-se então, um precedente para pesquisa acadêmica, haja vista que parte do valor agregado da soja para a indústria de óleos é determinado pelo teor de acidez e clorofila.

2 OBJETIVO

Quantificar os níveis de acidez titulável e clorofila dos grãos de soja da safra de 2014/2015 de nove estados do Brasil.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o percentual de acidez titulável e clorofila da safra 2014/2015 de nove estados do Brasil.
- Comparar os percentuais de acidez titulável e clorofila da safra 2014/2015 com safras anteriores e outros trabalhos.
- Analisar as possíveis causas de alteração na qualidade do grão de soja em nove estados do Brasil.

3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS GRÃOS DE SOJA

Segundo Silva et al. (2000), o grão de soja possui indicadores de qualidade que vão corroborar em um produto final de qualidade, tendo em vista os padrões pré-estabelecidos pela indústria esmagadora, pois matéria-prima de qualidade resultará em um produto final qualidade. O grão destinado ao uso industrial pode ser classificado de acordo com três ou mais das características/indicadores elencados a seguir:

- a) Umidade;
- b) Peso hectolítrico;
- c) Porcentagem de grãos quebrados ou danificados;
- d) Porcentagens de materiais estranhos e impurezas;
- e) Dano por calor ou outros;
- f) Susceptibilidade à quebra;
- g) Características de moagem;
- h) Teor de proteínas;
- i) Teor de óleo;
- j) Germinação;
- k) Presença de insetos;
- l) Contagem de fungos; e
- m) Outros.

De acordo com Brasil (2008a), pode-se observar a presença de “defeitos graves” ou “defeitos leves” nos grãos de soja, ficando estabelecido um limite para a presença desses defeitos na soja destinada diretamente à alimentação humana (grupo I), demonstrados no quadro 1. Estes defeitos são levados em conta nos grãos selecionados e destinados à extração e refino de óleo.

Outro ponto de interesse, em se tratando da qualidade do grão de soja, está relacionado com a umidade, desde a colheita, armazenamento até o processamento, devido que a umidade pode desencadear várias reações de deterioração nos grãos. Recomenda-se manter a umidade baixa, pois esse controle, vai favorecer o menor ataque de micro-organismos e diminuir a respiração dos grãos de soja. O ideal é que essa soja seja armazenada com umidade em torno de 11 a

12%, dentro dessa faixa tem-se maior seguridade de que tanto reações oxidativas, quanto de degradação microbiológicas serão minimizadas (SILVA et al, 2000).

O grão de soja está sujeito também, ao ataque de pragas durante todo seu ciclo, os principais ataques decorrem da lagarta e do percevejo. A lagarta se alimenta das folhas do pé de soja, já os percevejos se alimentam dos grãos. Esses por sua vez causam maiores danos, pois afetam o rendimento e causam injúrias ao grão comprometendo sua qualidade final. O grão não se desenvolve fisiologicamente de forma adequada, e na etapa de colheita observa-se que esses grãos permanecem verdes (HOFFMANNCAMPO et al., 2000).

O clima é outro fator relevante, podendo influenciar na qualidade do grão de soja. Em um trabalho realizado por Gonçalves et al. (2007), com objetivo de analisar o desenvolvimento do grãos de soja em seus diferentes estágios, submetidos a diferentes regimes climáticos, observou-se que “fatores ambientais, como a temperatura, afetam diretamente o acúmulo de proteínas totais da semente, quando a temperatura se aproxima a 30 °C”. Os autores comentam ainda que, grãos submetidos a baixas temperaturas climáticas durante o plantio, apresentam variações na qualidade final. Recomenda-se que o plantio de soja seja realizado em temperaturas que compreendam uma faixa de 18 °C a 30 °C (WOLF et al., 1982).

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

Quadro 1- Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para a soja do grupo I
Fonte: BRASIL (2008a).

3.1 CLOROFILA

A cor verde do grão de soja é devido à presença da clorofila, que é um pigmento abundantemente encontrado na natureza. “É essencial ao processo de fotossíntese. Nos tecidos vegetais vivos, a clorofila está presente como suspensão coloidal nas células de cloroplastos, associada com carotenóides e lipídios” (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Clorofilas são complexos de magnésio derivados de porfirina e em meio ácido (pH 3,0) a clorofila é instável. Quando dissolvidas em solventes ela se oxida ao entrar em contato com o oxigênio. A clorofila é produzida nos grãos de soja até o ponto de maturação fisiológica, o metabolismo natural e a exposição a luz solar é responsável por parte da degradação da mesma (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Segundo Ribeiro e Seravalli (2007), diversos fatores podem levar a alterações químicas indesejáveis nas clorofilas, como o pH, aquecimento, enzimas, entre outros. O aquecimento pode levar a perda da pigmentação verde levando a perda da cor original da clorofila. Já as alterações em função do pH podem levar a mudar a cor verde, para verde-castanho. As enzimas clorofilase por sua vez, catalisam a degradação da clorofila, transformando-a em um composto verde fluorescente e posteriormente não fluorescente.

Existe uma diversidade de clorofilas que podem ser encontradas e o que as diferenciam são as estruturas em torno dos substituintes do núcleo da forbina. As clorofilas mais comuns e que existem em maior quantidade estão na proporção 3:1, essas são denominadas clorofilas *a* e *b*, diferindo entre si pelo substituinte do carbono C-3. A clorofila *a* possui um grupo metil, já a clorofila *b* possui o Formil como grupo. Alguns grupos são comuns a ambas as clorofilas, são eles: vinil e etil (posição C-2 e C-4); carbometoxi (C-10) e fitol esterificado (C-7) (VON ELBE, 2000). A quantificação das clorofilas *a* e *b* baseia-se no método de absorção de luz pelas bandas acentuadas, sendo 600,5 a 642 nm na região do vermelho e 428,5 a 452,5 na região do azul (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). O comprimento de onda e a região são ilustrados na figura 1. Clorofila total é a soma da clorofila *a* e *b*.

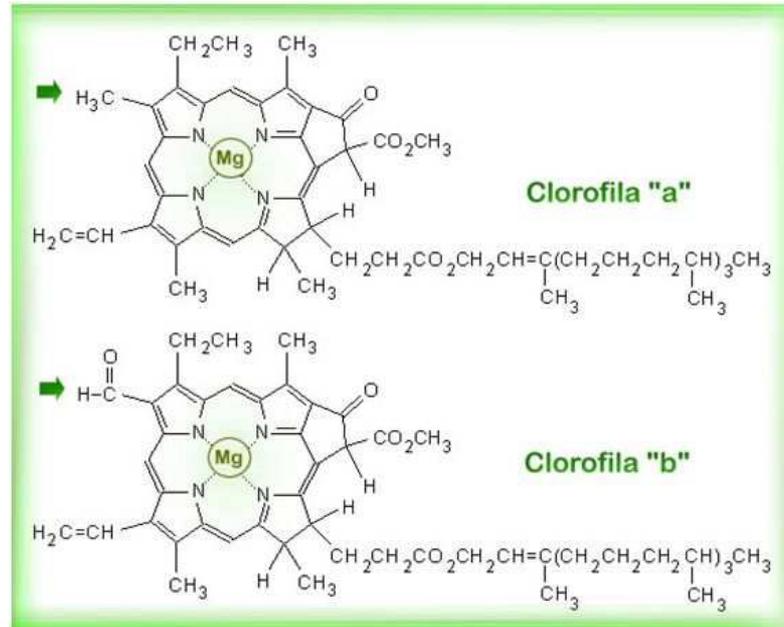


Figura 1- Estrutura química da clorofila a e b

Fonte: Martinez (2016)

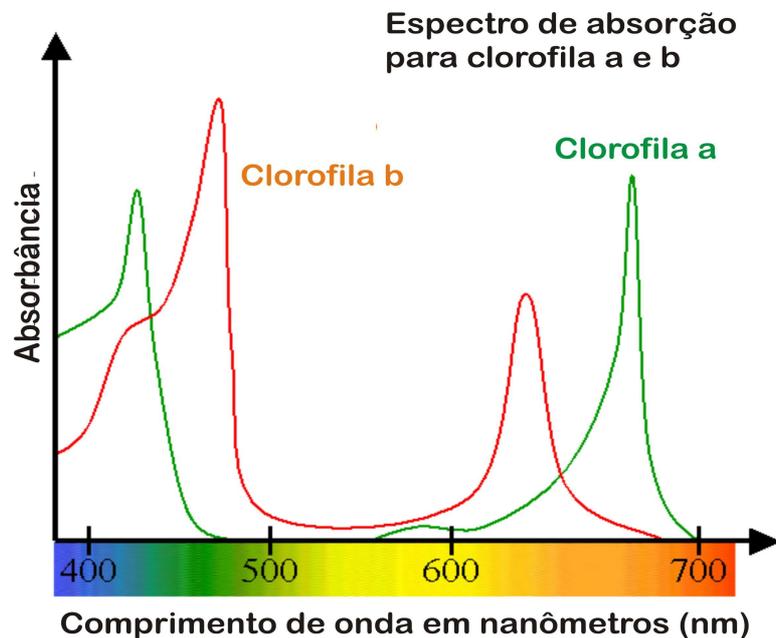


Figura 2- Espectro de absorção para clorofila a e b

Fonte: Só Biologia (2008).

As desvantagens da presença de clorofila em excesso no grão de soja são inúmeros, pois esse grão terá uma quantidade de ácidos graxos livres aumentado em decorrência de teores mais elevados de clorofila. A consequência é maiores custos operacionais para a indústria de óleos, isso porque a quantidade de

compostos voláteis, produtos de oxidação gerados durante *headspace* na industrialização do óleo tem seus efeitos aumentados de acordo com que aumentasse o teor de clorofila. A correção desse efeito indesejado demandará maiores custos operacionais com terras clarificantes e/ou tempo elaborando-se *blends* para a minimização da cor (MIN; BOFF, 2016).

3.2 ACIDEZ TITULÁVEL

De acordo com Brasil (2006b) o índice de acidez é definido como o número de mg de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos livres de um grama de amostra. Através desse índice é possível identificar e quantificar os ácidos graxos livres presentes na amostra, verificando desta maneira se houve adulteração no óleo e se ele está adequado ou condenado para consumo.

O índice de acidez está relacionado com a qualidade da matéria-prima podendo ser medido com base em alguns processos de degradação do óleo. Qualquer um desses processos de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, pode acarretar em alteração da concentração dos íons de hidrogênio. O processo de decomposição ou rancidez oxidativa dos triacilgliceróis é desencadeado por fatores tais como aquecimento, luz, presença de oxigênio, metais, dentre outros. Desse modo, a rancidez é quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres, geralmente expressos em termos de acidez em grama do componente ácido principal, que no caso da soja é o ácido linoleico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

É necessário fazer a neutralização desses ácidos graxos livres em função do nível de tolerância do mercado de óleo de soja que é de no máximo, 0,5% (O'BRIEN, 2004). A neutralização para correção da acidez do óleo de soja é realizada com produtos alcalinos, porém esse procedimento acarreta em custos adicionais ao processo de produção. Estudos revelam que as perdas de óleo devido à acidez atingem o dobro do índice de acidez, ou seja, para cada 0,1% de acidez, ocorre uma perda de óleo de 0,2% (FREITAS et al., 2001).

3.3 INFLUÊNCIA DA CLOROFILA E DA ACIDEZ NOS GRÃOS E NO PROCESSAMENTO

O óleo de soja comercial, encontrado nas gôndolas do supermercado, passa por etapas de extração e refino, até ser disponibilizado para compra pelo consumidor final. O processo de refino de óleo de soja consiste na transformação do óleo bruto em óleo comestível, agregando valor e melhorando atributos como a aparência, odor e sabor, eliminado ou minimizando substâncias coloidais, de pigmentação, voláteis, inorgânicas, ácidos graxos livres e umidade. O refino do óleo de soja passa por etapas de degomagem, neutralização, clarificação e desodorização, com objetivo de minimizar as características indesejáveis e torná-lo apto ao consumo. (MANDARINO; ROESSING, 2001)

Antes do óleo de soja se tornar aquele óleo refinado comercialmente vendido, ele é extraído do grão de soja por solventes e é apenas um óleo bruto. É comum em óleos brutos a presença de pigmentos como a clorofila, que promovem cores indesejáveis e sua presença ainda pode causar oxidação lipídica. A oxidação lipídica é uma sequência complexa de alterações químicas, envolvendo alteração dos lipídios pelo contato com o oxigênio. Em decorrência da oxidação lipídica, observa-se aromas indesejáveis e rancidez oxidativa (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Ainda segundo Damodaran, Parkin e Fennema (2010), é possível realizar a remoção da clorofila através de tratamentos com absorventes como argilas, silicatos sintéticos, carvão ativado ou terras diatomáceas. A clorofila não é totalmente indesejável no óleo. Em quantidades adequadas ela e os carotenoides colaboram para a cor clara e característica dos óleos. O problema consiste no excesso de clorofila, que gera custos adicionais para a indústria de óleo de soja, que terá que gastar mais com tratamentos para minimização do excesso da mesma.

A indústria de óleos, ao trabalhar com grãos de soja está sujeita não só ao excesso de clorofila que irá influenciar negativamente na cor esverdeada do óleo, mas também a influência de reação dos ácidos graxos livres, responsáveis pela acidez do óleo de soja. Por isso, a etapa de neutralização alcalina durante o refino, realizada com soda cáustica, é muito importante. Óleos com alta acidez exigem maiores concentrações de soda e maiores quantidades sendo usadas, acarretará

em maiores custos à indústria. As perdas em fusão do teor de acidez podem ser calculadas pela equação 1 (DORSA, 2004):

$$\text{Fator de perda} = \frac{(\% \text{ da perda da neutralização})}{(\% \text{ no óleo bruto})}$$

Equação 1- Fator de perdas por acidez

4 METODOLOGIA

Tratou-se de uma pesquisa experimental, com dados quantitativos, tendo como objetivo de estudo a diminuição da qualidade em função do índice de acidez titulável e dos teores de clorofila do grão de soja cultivado em diferentes regiões do Brasil. Este trabalho foi realizado no decorrer do ano de 2015/2016, utilizando os laboratórios de análises físico-químicas da EMBRAPA Soja situada no Distrito da Warta em Londrina/PR.

4.1 MATERIAL

Foram analisadas 408 amostras de grãos de soja, cultivadas em nove estados brasileiros, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Bahia, durante a colheita da safra 2014/15.

4.2 MÉTODOS

Os métodos utilizados neste projeto englobaram análises para quantificação de acidez titulável e determinação dos teores de clorofila.

4.2.1 Preparação das amostras

As amostras de grãos de soja foram coletadas aleatoriamente nas unidades armazenadoras por cerca de 40 dias, de forma representativa conforme preconiza o Regulamento Técnico da Soja da Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007c;

2007d), logo após serem padronizados os níveis de umidade (nas unidades armazenadoras) e destinadas ao armazenamento. Na unidade armazenadora de grãos, selecionada dentro do município de amostragem, foi retirada uma amostra composta de acordo com o período de recebimento da produção. Após encerrada esta recepção, a amostra foi reduzida por quarteamento para aproximadamente 3,0 kg, identificada e enviada à Embrapa Soja para as análises. As amostras foram identificadas com o local e número da amostra, em seguida, passou novamente por quarteamento e distribuição das mesmas em recipientes plásticos de 200 mL.

Os grãos de soja foram moídos em moinho Tecnal TE631/2 refrigerado e tamisados em peneira 20 mesh. A farinha finamente moída foi armazenada em recipientes plásticos de aproximadamente 200 mL com tampa. Para as análises físico-químicas, as amostras foram separadas em lotes com 16 amostras cada. Todas as amostras moídas foram armazenadas e mantidas em câmara fria a 15°C até a utilização.

4.2.1.1 Determinação de acidez total titulável

Para cada lote das dezesseis amostras de grãos de soja finamente moídos, pesou-se aproximadamente 25g de amostra em um erlenmeyer, seguido da adição de 50 mL de Hexano P. A ACS da marca ANIDROL. A extração do óleo ocorreu durante 1h sob agitação constante e moderada em agitador magnético de bancada. Após a extração, o sobrenadante foi filtrado (papel filtro quantitativo), sendo o líquido coletado em béquer e levado a estufa a 100°C durante 30 minutos para completa secagem do solvente, resultando em um óleo bruto. O óleo obtido ao final foi colocado em tubos de ensaio para posterior quantificação da acidez. Para a quantificação, 1,5g do óleo extraído de cada amostra foram adicionados a 15 mL de álcool etílico 95%, e 6 gotas de fenolftaleína 1%. A titulação foi realizada com Hidróxido de Sódio 0,1 M, até coloração rósea persistente por aproximadamente 1 minuto. Como prova em branco da titulação, foi titulado um volume de 15 mL do álcool etílico 95%, sem adição de amostra (AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem. Para o cálculo dos teores de acidez utilizou-se a seguinte fórmula: equação 2.

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{(G \times 2,82)}{MA}$$

Equação 2- Acidez titulável

Onde: G = volume gasto de NaOH 0,1M na titulação, já descontado o volume da prova em branco, MA = massa do óleo utilizada na titulação.

4.2.1.2 Quantificação de Clorofila

A quantificação dos teores de clorofila *a* e *b* foram determinados através do método Pádua et al (2007) com adaptações, onde 3g de soja finamente moída foram adicionadas de 15 mL de uma solução de acetona 80%, em tubos falcon recobertos de papel alumínio, para evitar a incidência de luz. As amostras foram homogeneizadas em vórtex a cada 15 min durante 1 hora, seguida por filtração (papel de filtro quantitativo) descartando o sobrenadante e recolhendo a solução em tubos de vidro de 20 mL. As amostras foram mantidas em caixa de isopor enquanto se efetuava a leitura das mesmas em espectrofotômetro *Genesys 10 S UV-VIS*, nos comprimentos de onda 645 nm e 663 nm. Os resultados foram expressos em mg de clorofila.g⁻¹ de amostra. Para o cálculo do teor de clorofila total foi utilizado as seguintes equação 3, 4 e 5.

$$\text{Clorofila a (mg.g}^{-1}\text{)} = [(12.7.A_{663}) - (2.69.A_{645})] \times FC$$

Equação 3- Quantificação do teor de clorofila a

$$\text{Clorofila b (mg.g}^{-1}\text{)} = [(22.9.A_{645}) - (4.68.A_{663})] \times FC$$

Equação 4- Quantificação do teor de clorofila b

$$\text{Clorofila total (mg.g}^{-1}\text{)} = [(20.2.A_{645}) + (8.02.A_{663})] \times FC$$

Equação 5- Quantificação do teor de clorofila total

Onde: A= Absorbância no comprimento de onda específico; FC= Fator de correção= 15mL / 3g= 5.

4.3 TRATAMENTO DOS DADOS

Os resultados de todas as análises foram avaliados pelo *software* Sanest e o teste de comparação de médias Tukey ao nível de 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores acidez titulável e de clorofilas a, b e total quantificados nas 408 amostras de grãos de soja finamente moídos, resultaram na Tabela 1, posteriormente gerou-se gráficos (gráfico 1 e 2) elaborados com as médias obtidas em cada um dos nove estados analisados.

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(continua)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			a	b	TOTAL
1	RS	1,03	1,48	0,88	2,36
3	RS	1,15	2,35	1,22	3,56
5	RS	1,38	1,89	1,49	3,38
7	RS	0,92	3,17	0,91	4,08
9	RS	1,14	1,19	1,75	2,94
11	RS	1,11	1,33	1,59	2,92
13	RS	0,72	1,32	1,71	3,02
15	RS	0,79	1,09	1,57	2,66
51	RS	0,62	0,54	3,20	3,73
53	RS	0,92	0,52	3,31	3,83
55	RS	0,79	0,85	3,08	3,93
57	RS	10,54	1,13	3,86	4,98
59	RS	2,33	2,04	3,30	5,34
61	RS	0,88	1,10	1,46	2,56
63	RS	1,03	0,89	1,21	2,10
65	RS	1,01	1,09	1,57	2,66
107	RS	5,92	2,38	2,52	4,90
109	RS	1,50	1,21	0,54	1,75
111	RS	1,28	1,86	1,72	3,59
113	RS	1,42	1,82	2,07	3,89
115	RS	1,15	0,53	4,30	4,82
117	RS	0,98	1,48	6,58	8,05
119	RS	1,40	1,10	5,62	6,72
121	RS	1,44	3,26	5,37	8,63
123	RS	1,03	1,78	2,96	4,74
125	RS	1,07	0,79	1,02	1,81
127	RS	0,88	1,05	1,36	2,42
129	RS	1,63	2,12	2,61	4,74
131	RS	1,10	1,51	3,72	5,22
133	RS	1,66	1,18	2,85	4,03

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(continua)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			a	b	TOTAL
135	RS	1,50	1,57	3,69	5,26
137	RS	0,71	1,55	3,37	4,92
139	RS	1,27	2,69	4,48	7,18
141	RS	1,79	4,42	7,35	11,77
143	RS	1,12	4,63	6,62	11,24
145	RS	1,08	5,19	7,51	12,70
147	RS	1,18	3,87	8,98	12,84
149	RS	0,80	3,76	9,35	13,11
151	SC	0,73	0,25	0,46	0,71
153	SC	0,66	0,05	0,09	0,14
155	SC	0,75	0,15	0,27	0,42
157	SC	1,22	0,15	0,27	0,42
159	SC	0,89	-0,01	0,11	0,10
161	SC	3,51	0,09	0,30	0,38
163	SC	1,62	0,16	0,16	0,32
165	SC	0,83	-0,04	0,34	0,30
167	SC	1,02	0,15	0,27	0,42
169	SC	0,56	0,10	0,18	0,28
171	SC	1,01	0,18	1,03	1,21
173	SC	1,26	0,26	0,89	1,15
175	SC	1,03	0,37	0,96	1,33
177	SC	1,96	0,42	1,05	1,47
179	SC	0,84	0,48	0,59	1,07
181	SC	1,06	0,14	0,39	0,52
183	SC	2,21	0,44	0,39	0,83
185	SC	1,25	0,14	0,39	0,52
187	SC	1,05	0,36	0,52	0,89
189	SC	0,60	0,57	1,32	1,90
191	SC	0,65	0,35	1,19	1,53
193	SC	0,75	0,10	0,18	0,28
195	SC	0,73	0,23	0,14	0,36
197	SC	0,62	0,28	0,23	0,50
199	SC	0,50	0,22	0,68	0,91
201	SC	0,98	0,50	0,36	0,87
203	SC	1,00	0,83	2,21	3,04
205	SC	0,97	0,93	1,41	2,34
207	SC	0,41	1,23	1,41	2,64
209	SC	1,06	0,79	1,02	1,81
211	PR	0,53	3,04	2,61	5,64
213	PR	0,58	1,96	1,91	3,87
215	PR	0,88	2,99	2,51	5,50

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(continua)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			a	b	TOTAL
217	PR	0,89	1,07	1,25	2,32
219	PR	0,81	0,79	1,02	1,81
221	PR	1,92	0,99	1,39	2,38
223	PR	2,31	1,60	4,45	6,05
225	PR	0,62	2,19	2,04	4,23
227	PR	0,73	1,92	1,27	3,18
229	PR	1,12	1,85	1,84	3,69
231	PR	1,85	1,05	0,93	1,97
233	PR	4,76	0,89	0,66	1,55
235	PR	0,99	1,18	1,32	2,50
237	PR	3,50	0,81	1,34	2,16
239	PR	1,28	0,69	0,84	1,53
241	PR	2,20	2,06	1,10	3,16
243	PR	1,60	3,91	0,31	4,22
245	PR	1,21	1,93	1,70	3,63
247	PR	2,29	1,35	1,48	2,82
249	PR	3,43	1,59	1,50	3,08
251	PR	0,33	1,33	0,61	1,93
253	PR	0,81	1,69	1,13	2,82
255	PR	0,35	1,60	1,38	2,98
257	PR	0,49	1,25	1,29	2,54
259	PR	0,66	0,89	1,21	2,10
261	PR	0,56	1,81	1,63	3,44
263	PR	0,64	1,74	1,22	2,96
265	PR	0,70	1,38	0,70	2,07
267	PR	0,42	1,31	0,72	2,03
269	PR	0,54	1,24	0,86	2,09
271	PR	0,33	1,11	0,36	1,47
273	PR	0,26	1,48	0,33	1,81
275	PR	0,26	0,90	0,11	1,01
277	PR	0,41	0,78	0,59	1,37
279	PR	0,27	0,87	0,34	1,21
281	PR	1,75	4,46	9,64	14,09
283	PR	1,48	4,68	10,33	15,00
285	PR	0,63	2,56	4,10	6,65
287	PR	0,74	3,38	5,33	8,71
289	PR	1,01	2,48	3,69	6,17
291	PR	0,88	1,39	2,12	3,51
293	PR	0,56	1,75	3,74	5,48
295	PR	0,67	3,23	7,13	10,36
297	PR	0,63	1,90	4,01	5,91

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(continua)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			a	b	TOTAL
299	PR	0,58	1,85	3,92	5,77
301	PR	1,33	3,58	6,24	9,82
303	PR	2,46	2,23	3,23	5,46
305	PR	1,57	3,78	6,60	10,38
307	PR	0,73	2,03	3,96	5,99
309	PR	0,90	0,96	2,71	3,67
311	PR	1,48	0,07	0,96	1,03
313	PR	0,73	1,39	3,65	5,04
315	PR	0,68	1,40	3,10	4,50
317	PR	1,63	1,94	2,13	4,07
319	PR	0,69	2,85	3,66	6,51
321	PR	2,62	1,17	0,88	2,05
323	PR	1,09	0,36	0,52	0,89
325	PR	1,21	0,51	0,80	1,31
327	PR	1,27	0,96	0,63	1,59
329	PR	1,50	1,15	1,11	2,26
331	PR	2,51	0,77	0,70	1,47
333	PR	1,66	0,71	1,16	1,87
335	PR	1,77	0,59	0,66	1,25
337	PR	2,44	0,25	0,46	0,71
339	PR	2,19	0,40	0,73	1,13
341	PR	1,35	0,38	0,41	0,79
343	PR	3,08	0,26	0,34	0,60
345	PR	1,35	0,41	0,61	1,03
347	PR	2,38	0,40	0,73	1,13
349	PR	1,13	0,19	0,48	0,67
351	PR	1,01	0,31	0,43	0,75
353	PR	1,42	0,55	0,45	1,01
355	PR	1,10	0,88	0,77	1,65
357	PR	1,51	0,62	0,43	1,05
359	PR	1,19	0,57	0,34	0,91
361	PR	1,52	0,74	0,38	1,13
363	PR	2,19	1,61	1,27	2,88
365	PR	1,82	1,06	1,80	2,86
367	PR	1,66	0,44	0,39	0,83
369	PR	1,92	1,01	0,72	1,73
371	PR	0,39	1,15	1,55	2,70
373	PR	0,88	0,21	0,25	0,46
375	PR	1,52	0,53	0,68	1,21
377	PR	1,48	0,36	0,52	0,89
379	PR	3,60	0,35	1,19	1,53

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(continua)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			a	b	TOTAL
381	PR	2,02	0,49	0,48	0,97
383	PR	1,45	0,42	1,60	2,02
385	PR	1,99	0,23	1,12	1,35
387	PR	1,72	2,99	4,05	7,03
389	PR	1,25	0,09	1,28	1,37
1025	PR	3,90	6,27	9,19	15,46
1027	PR	2,91	5,87	9,01	14,87
391	SP	1,50	2,01	2,55	4,55
393	SP	2,09	2,53	7,39	9,92
395	SP	1,48	1,91	5,98	7,89
397	SP	1,84	2,02	5,06	7,08
399	SP	1,11	2,29	4,31	6,59
401	SP	0,97	4,87	6,64	11,51
403	SP	0,96	1,66	1,91	3,57
405	SP	0,96	1,31	1,82	3,12
407	SP	1,60	1,42	1,89	3,30
409	SP	0,87	1,54	3,92	5,46
411	SP	2,58	1,44	3,74	5,18
413	SP	2,01	1,88	4,13	6,01
417	SP	1,28	1,91	4,45	6,35
419	SP	1,46	1,26	1,73	2,98
421	SP	1,21	2,09	1,86	3,95
423	SP	1,15	2,44	2,51	4,95
425	SP	1,60	2,63	2,98	5,60
427	SP	1,14	2,67	5,70	8,37
429	SP	1,28	2,30	4,74	7,04
431	SP	2,98	2,35	4,83	7,18
433	SP	3,51	1,81	4,26	6,07
435	SP	2,74	0,92	0,98	1,89
437	SP	2,13	0,91	1,53	2,44
439	SP	5,86	1,00	1,27	2,28
441	SP	1,78	1,36	1,36	2,72
443	SP	3,44	1,00	1,82	2,82
445	SP	1,35	1,39	3,65	5,04
447	SP	1,40	1,63	3,67	5,30
449	SP	1,42	0,87	0,34	1,21
1029	SP	3,20	5,84	8,69	14,53
451	MS	1,60	2,32	1,99	4,31
453	MS	3,01	0,64	1,30	1,94
455	MS	1,81	0,17	0,59	0,77

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(continua)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			a	b	TOTAL
457	MS	1,58	1,52	1,52	3,04
459	MS	1,45	2,65	0,23	2,88
461	MS	1,51	4,06	8,36	12,42
463	MS	2,97	3,30	3,50	6,79
465	MS	2,80	3,07	4,89	7,96
467	MS	3,10	0,84	1,11	1,95
469	MS	1,30	1,90	0,40	2,29
471	MS	1,66	2,26	1,47	3,73
473	MS	1,25	2,81	4,00	6,81
475	MS	1,22	2,52	2,36	4,87
477	MS	2,18	2,50	2,47	4,98
479	MS	2,88	1,10	0,47	1,57
481	MS	3,43	0,68	0,41	1,09
483	MS	2,52	2,80	3,02	5,82
485	MS	2,42	0,74	0,38	1,13
487	MS	14,85	3,04	3,04	6,08
489	MS	2,00	2,39	1,86	4,25
491	MS	1,04	1,67	0,26	1,93
493	MS	3,49	0,00	3,61	3,61
495	MS	2,94	0,49	-0,07	0,42
497	MS	1,73	1,19	0,22	1,41
499	MS	1,98	2,24	0,05	2,29
501	MS	4,02	0,48	0,04	0,52
503	MS	2,33	1,05	0,38	1,43
505	MS	1,18	0,22	2,77	2,99
507	MS	5,77	0,84	0,13	0,97
509	MS	1,93	0,25	-0,09	0,16
1011	MS	1,60	5,32	3,30	8,62
1013	MS	4,49	4,86	4,12	8,98
1015	MS	3,42	3,88	2,62	6,50
1017	MS	3,15	2,51	0,39	2,90
1019	MS	3,13	2,57	2,45	5,02
1021	MS	1,43	1,21	2,07	3,29
511	MT	0,76	2,24	1,58	3,83
513	MT	0,85	2,53	2,24	4,77
515	MT	0,92	2,53	2,79	5,32
517	MT	1,47	2,72	1,19	3,90
519	MT	0,76	0,74	0,38	1,13
521	MT	0,91	0,72	0,06	0,78
523	MT	0,85	0,66	0,09	0,74
525	MT	1,02	1,06	1,80	2,86

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(continua)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			a	b	TOTAL
527	MT	0,65	1,91	1,81	3,73
529	MT	1,00	0,86	4,07	4,92
531	MT	1,18	3,27	4,71	7,98
533	MT	0,86	3,20	3,75	6,95
535	MT	1,06	1,36	1,36	2,72
537	MT	3,70	0,83	1,23	2,06
539	MT	4,09	1,87	2,71	4,57
541	MT	2,58	0,52	1,23	1,75
543	MT	5,20	0,06	0,53	0,59
545	MT	4,57	0,00	0,00	0,00
547	MT	7,50	0,73	2,03	2,76
549	MT	7,51	1,53	3,49	5,02
551	MT	12,07	0,34	0,20	0,54
553	MT	12,31	0,44	0,39	0,83
555	MT	2,25	0,00	0,00	0,00
557	MT	2,73	0,00	0,00	0,00
559	MT	6,84	0,34	0,20	0,54
561	MT	3,69	0,13	-0,05	0,08
563	MT	5,90	0,13	-0,05	0,08
565	MT	6,39	0,00	0,00	0,00
567	MT	6,64	0,00	0,00	0,00
569	MT	13,86	0,06	-0,02	0,04
571	MT	7,37	0,06	-0,02	0,04
573	MT	7,93	0,00	0,00	0,00
575	MT	7,01	0,06	-0,02	0,04
577	MT	3,00	0,23	0,14	0,36
579	MT	4,75	0,23	0,14	0,36
581	MT	3,07	0,06	-0,02	0,04
583	MT	5,52	0,25	0,46	0,71
585	MT	3,55	0,16	0,16	0,32
587	MT	2,45	0,17	0,59	0,77
589	MT	3,01	0,21	0,25	0,46
591	MT	3,47	0,13	-0,05	0,08
593	MT	1,27	0,00	0,00	0,00
595	MT	1,17	0,13	-0,05	0,08
597	MT	1,11	0,00	0,00	0,00
599	MT	1,52	0,00	0,00	0,00
601	MT	1,75	0,00	0,00	0,00
603	MT	1,08	0,06	-0,02	0,04
605	MT	1,54	2,60	10,98	13,58
607	MT	1,41	2,19	6,20	8,39

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(continua)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			a	b	TOTAL
609	MT	1,35	1,72	5,50	7,22
611	MT	1,07	0,05	0,09	0,14
613	MT	1,46	0,16	0,16	0,32
615	MT	0,94	0,21	0,25	0,46
617	MT	0,79	0,16	0,16	0,32
619	MT	1,62	0,10	0,18	0,28
621	MT	1,20	0,00	0,00	0,00
623	MT	0,82	0,05	0,09	0,14
625	MT	0,86	-0,01	0,11	0,10
627	MT	0,82	0,00	0,00	0,00
629	MT	0,94	0,10	0,18	0,28
631	MT	0,84	0,15	0,27	0,42
633	MT	1,23	0,33	0,32	0,64
635	MT	1,03	0,11	0,07	0,18
651	MT	0,72	0,05	0,09	0,14
653	MT	1,31	0,00	0,00	0,00
655	MT	1,02	0,39	0,29	0,68
657	MT	0,96	0,18	0,04	0,22
659	MT	0,69	-0,03	2,31	2,28
661	MT	1,50	0,11	0,07	0,18
663	MT	1,02	0,00	0,00	0,00
665	MT	1,01	0,00	0,00	0,00
667	MT	1,13	0,05	0,09	0,14
669	MT	1,49	0,06	-0,02	0,04
671	MT	1,07	0,00	0,00	0,00
673	MT	0,71	0,00	0,00	0,00
675	MT	0,80	0,05	0,09	0,14
691	GO	1,60	4,39	6,05	10,44
693	GO	1,79	3,00	3,93	6,93
695	GO	1,88	2,74	4,58	7,32
697	GO	1,52	2,52	5,42	7,94
699	GO	2,11	2,64	4,39	7,03
701	GO	7,33	2,84	4,76	7,60
703	GO	2,27	2,26	4,53	6,79
705	GO	1,84	2,56	4,10	6,65
707	GO	1,96	2,85	3,66	6,51
709	GO	1,47	1,33	3,12	4,46
711	GO	1,79	1,08	3,22	4,30
713	GO	1,73	1,62	3,24	4,86
715	GO	3,18	3,93	1,18	5,11
717	GO	2,33	0,60	0,54	1,15

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(continua)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			a	b	TOTAL
719	GO	4,21	1,05	0,38	1,43
721	GO	1,79	0,89	0,66	1,55
723	GO	2,88	0,35	0,09	0,44
725	GO	3,65	0,65	0,64	1,29
727	GO	3,67	1,08	1,14	2,22
729	GO	3,70	0,51	0,80	1,31
731	GO	4,30	0,23	0,14	0,36
733	GO	6,87	0,06	-0,02	0,04
735	GO	2,67	1,06	0,81	1,87
737	GO	3,08	0,52	0,25	0,76
739	GO	5,15	0,42	0,07	0,48
741	GO	12,88	0,55	0,45	1,01
743	GO	3,25	0,11	0,07	0,18
745	GO	1,99	0,55	1,00	1,55
747	GO	2,20	0,28	0,23	0,50
761	GO	3,27	0,38	0,41	0,79
763	GO	6,64	0,38	0,41	0,79
765	GO	3,24	1,10	2,55	3,65
767	GO	2,28	0,78	0,59	1,37
769	GO	2,73	0,33	0,32	0,64
771	GO	3,39	0,26	0,34	0,60
773	GO	2,13	1,30	1,38	2,68
775	GO	3,15	0,16	0,16	0,32
777	GO	3,99	0,36	0,52	0,89
779	GO	5,96	0,05	0,09	0,14
781	GO	2,22	0,15	0,27	0,42
783	GO	6,05	1,07	0,70	1,77
785	GO	2,10	1,50	1,75	3,24
787	GO	7,17	2,54	2,68	5,22
789	GO	1,90	1,68	2,23	3,91
791	GO	2,25	0,50	1,46	1,96
793	GO	2,02	0,26	0,89	1,15
795	GO	6,96	0,55	1,00	1,55
797	GO	5,12	0,68	1,94	2,62
799	GO	3,08	0,26	0,34	0,60
801	GO	2,07	1,32	1,16	2,48
803	GO	2,76	0,99	1,39	2,38
805	GO	1,50	0,70	0,73	1,43
807	GO	1,71	0,46	0,71	1,17
809	GO	1,39	0,65	0,64	1,29
811	GO	1,92	0,21	0,25	0,46

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(continua)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			a	b	TOTAL
813	GO	2,07	0,45	0,27	0,72
815	GO	13,92	0,09	0,30	0,38
817	GO	16,88	0,70	1,28	1,98
819	GO	7,40	1,20	1,20	2,40
821	GO	31,21	0,67	1,50	2,18
823	GO	6,44	0,16	0,71	0,87
825	GO	7,26	0,56	1,99	2,54
827	GO	7,64	1,16	1,98	3,14
829	GO	9,75	0,44	0,39	0,83
831	MG	4,29	0,68	0,96	1,63
833	MG	14,72	0,53	0,68	1,21
835	MG	3,79	1,07	1,25	2,32
837	MG	1,67	0,55	0,45	1,01
839	MG	2,81	0,25	0,46	0,71
841	MG	3,40	0,29	0,66	0,95
845	MG	1,30	0,26	0,34	0,60
847	MG	1,83	0,67	0,52	1,19
849	MG	1,88	0,26	0,34	0,60
851	MG	1,73	0,70	0,73	1,43
853	MG	1,80	0,41	0,61	1,03
855	MG	2,96	0,25	0,46	0,71
857	MG	1,41	0,20	0,36	0,56
859	MG	1,71	0,30	0,55	0,85
861	MG	3,17	0,20	0,36	0,56
863	MG	1,71	1,99	4,74	6,73
865	MG	1,05	3,16	6,76	9,91
867	MG	1,18	3,41	7,73	11,13
869	MG	1,57	2,55	7,28	9,82
871	MG	1,55	3,86	2,85	6,71
873	MG	0,64	2,45	5,01	7,46
875	MG	1,71	2,89	1,23	4,13
877	MG	1,65	5,54	1,46	7,00
879	MG	1,38	1,08	-0,40	0,68
881	MG	0,75	2,22	0,28	2,49
883	MG	18,22	4,51	0,42	4,93
885	MG	5,16	4,84	1,17	6,02
887	MG	1,75	2,91	1,12	4,03
889	MG	3,75	3,54	2,97	6,51
1023	MG	5,18	3,17	2,99	6,16
891	BA	5,51	3,43	5,97	9,39

Tabela 1- Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila.

(conclusão)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g-1)		
			A	B	TOTAL
895	BA	1,22	3,70	6,74	10,44
897	BA	0,99	3,55	6,47	10,02
899	BA	0,86	2,61	5,17	7,78
901	BA	1,18	2,54	5,31	7,84
925	BA	1,97	3,56	7,45	11,01
927	BA	0,58	3,55	7,02	10,56
929	BA	14,78	5,07	7,00	12,07
931	BA	1,03	4,99	7,69	12,68
935	BA	4,43	4,60	7,40	11,99

A maior média de índice de acidez ocorreu nas amostras oriundas do Estado de Goiás, com índices muito superiores ao 0,7% que é preconizada pela indústria esmagadora como índice ótimo de acidez no grão que será destinado a produção de óleo refinado (Gráfico 1).

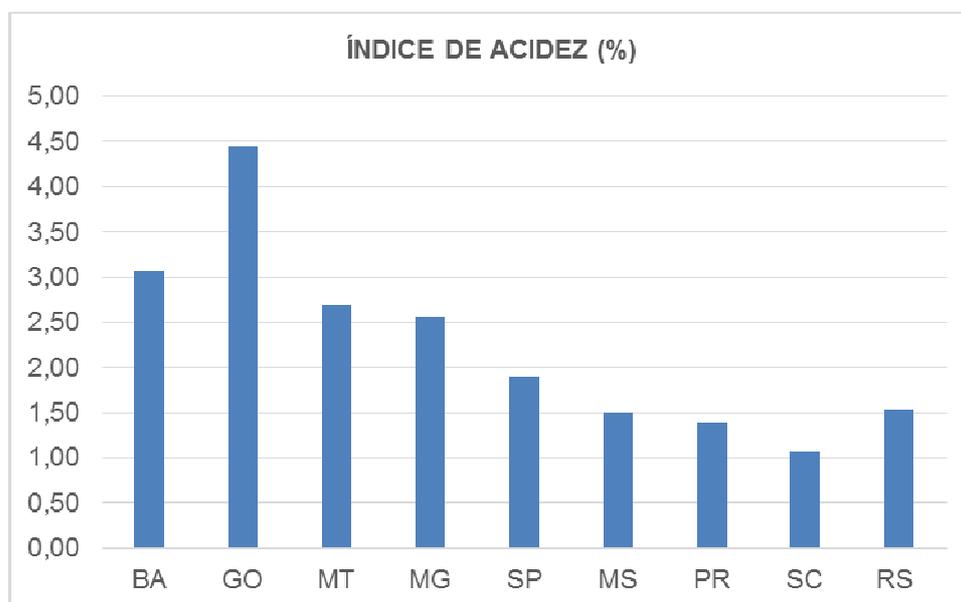


Gráfico 1 – Médias de índice de acidez em porcentagem em amostras de soja coletadas em nove estados produtores de soja na safra 2014/2015.

As amostras dos estados do Sul apresentaram os menores índices de acidez, com destaque para Santa Catarina com uma média de 1,06%, índice esse, considerado mais próximo dos 0,7% desejável pela indústria esmagadora. De maneira geral, os índices de acidez das amostras do Centro Oeste e Nordeste foram superiores, seguida do Sudeste e do Sul.

Em estudo conduzido por Soares (2003), avaliou-se o aumento da acidez em diferentes tipos de grãos de soja e verificou-se que podem ser decorrentes da colheita mecânica, transporte ou armazenagem inadequada, danificação térmica durante os processos de secagem, ataque de percevejos, danos microbiológicos e/ou enzimáticos ou ainda por consequência da alta quantidade de grãos ardidos. O que há em comum entre os danos avaliados é que eles causam rachaduras ou são desencadeados por elas, como é o caso dos danos microbiológicos ou enzimáticos. O que ocorre é que o grão rachado ou danificado expõe os ácidos graxos ao contato com o oxigênio, levando a reações de oxidação que colaboram para o desenvolvimento do sabor de ranço, odores desagradáveis e aumento dos ácidos graxos livres.

De acordo com Faroni (1998) a temperatura influencia diretamente a qualidade do grão, isso porque a taxa respiração dos grãos aumenta proporcionalmente ao aumento de temperatura, que é influenciado ainda pelo fator umidade desse grão. Teores de umidade maiores que 13-14%, favorecem o aumento e aceleração da respiração culminando na deterioração do grão de soja. As reações químicas envolvidas nas atividades respiratórias das sementes são controladas pelas enzimas. O processo de respiração do grão ocorre aeróbica ou anaerobicamente. Durante a respiração aeróbica, decorre de um processo de oxidação total da glicose “produzindo dióxido de carbono, água e energia enquanto que na anaeróbica a glicose é completamente decomposta formando dióxido de carbono, álcool etílico e energia”.

Assim sendo, os resultados apontam que regiões de clima mais ameno como o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná podem ter favorecido a produção de um grão com menores índices de acidez por conta do clima mais frio quando comparado com o clima do nordeste do Brasil.

O produto da respiração é a diminuição do peso e aumento do teor de umidade do grão e nesse caso o indesejável aumento do nível de dióxido de carbono, favorecendo o processo de fermentação do grão aumentando seu pH.

Temperaturas mais amenas colaboram para que a taxa de respiração se mantenha desacelerada, conseqüentemente o grão tende degradar-se mais lentamente.

O aumento do pH do grão de soja é indesejável quando o mesmo é destinado para indústria esmagadora. Isso porque durante o processo de neutralização será necessário demandar maior quantidade de soda caustica para neutralização dos ácidos graxos livres o que implicará em aumento dos custos operacionais resultando em prejuízo (DORSA, 2004).

Os resultados obtidos por Greggio e Bonini (2014) ao avaliarem os índices de acidez titulável de grãos de soja da safra 2011/2012 nos estados do Mato Grosso e Paraná foram $>0,5\%$, quando comparados com os resultados obtidos nos mesmos estados nas safras de 2014/2015, onde o Paraná obteve média $<1,50\%$ e Mato Grosso $>2,50\%$, revelam que houve um aumento significativo no teor de acidez dos grãos de soja em três safras.

Quanto maior o nível de acidez do grão de soja menor a qualidade dele, pois como descrito até o momento, esse grão provavelmente sofreu muito estresse durante a colheita ou armazenagem, fazendo com que ele não se desenvolvesse adequadamente ou desencadeasse um processo de deterioração. Porém, não é apenas a acidez que influencia na perda da qualidade do grão de soja, a clorofila também tem um papel importante nessa conjuntura.

O gráfico 2 ilustra que as amostras de grãos de soja vindas da Bahia obtiveram média superior aos demais estados em relação aos teores de clorofila total.

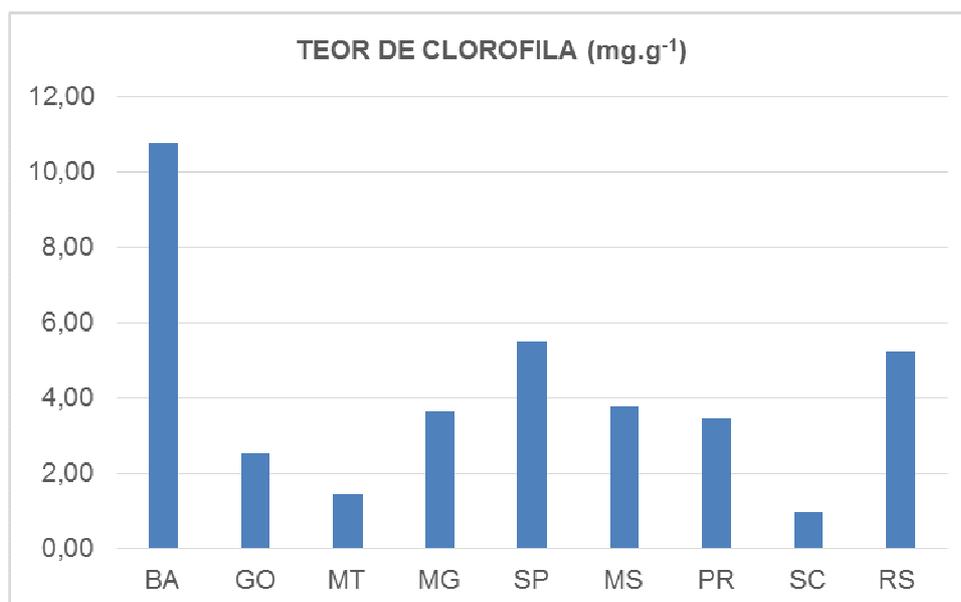


Gráfico 2- Médias dos teores de clorofila em porcentagem em amostras de soja coletadas em nove Estados produtores de soja na safra 2014/2015

Em relação ao índice de clorofila total, as amostras dos estados de Santa Catarina e do Mato Grosso obtiveram as menores médias de teores de clorofila (0,96 e 1,42 mg.g⁻¹ respectivamente), o que é desejável pelo consumidor e indústria esmagadora.

Segundo Streit et al (2005), a degradação da clorofila ocorre durante o processo de senescência culminando na formação de catabólitos incolores. “A perda do pigmento verde ocorre devido à quebra oxigenolítica do macrociclo porfirínico do feoforbídeo seguido por uma redução na intensidade fluorescente do catabólito da clorofila”. Clorofilas são pigmentos instáveis que podem sofrer alteração induzidas por fatores ambientais, como o estresse hídrico, luminosidade reduzida, alterações enzimáticas e aumento do etileno. A temperatura também vai influenciar na diminuição do teor de clorofila, pois em temperaturas mais baixas as clorofilas *a* e *b* se decompõem muito menos. Ao correlacionar a exposição da clorofila a altas temperaturas com o pH, observa-se que em pH ácido (3,0) a clorofila é menos instável do que em pH básico (9,0).

O Brasil possui uma vasta área territorial, o clima diversificado resulta em temperaturas mais frias na região Sul (RS, SC e PR) e mais elevadas na região nordeste (BA). Como descrito anteriormente temperatura, pH e uma diversidade de fatores intrínsecos e extrínsecos influenciam no processo de degradação da clorofila. Não é possível padronizar-se todas as vertentes que influenciam nos teores de

clorofila e tais fatores podem ter influenciado na discrepância entre os resultados de uma região para outra alcançados neste trabalho.

Nunes (2013), quantificou o teor de clorofila em ppm presente em porcentagens de 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6% em grãos imaturos correspondentes da safra 2011/2012 e sua influência quanto percentual de clorofila do óleo de soja. O quadro 2 demonstra os resultados obtidos no trabalho.

Grãos imaturos	Concentração de clorofila em ppm	Concentração de Clorofila em mg.g⁻¹
0%	0,27	0,000027
1%	14,8	0,001480
2%	42,24	0,004224
3%	66,71	0,006671
4%	96,18	0,009618
5%	116	0,011600
6%	114,5	0,011450

Quadro 2- Percentuais de grãos imaturos e concentração de clorofila em ppm

Fonte: NUNES (2013)

Ao comparar os percentuais de grãos imaturos variando de 0 a 6% estabelecidos por Nunes (2013), correlacionadas com as respectivas concentrações de clorofila que obtiveram resultados entre 0,000027 a 0,011450 mg.g⁻¹, pode-se observar que o estado de Santa Catarina foi superior em qualidade, tendo melhor resultado entre os estados analisados, pois mesmo se enquadrando nos resultados do quadro 2 com percentuais elevados próximos a 5 e 6%, Santa Catarina teria o resultado mais próxima do limite de concentração de clorofila.

O alto teor de clorofila pode estar associado a condições de estresse que resultam na morte prematura da planta ou baixo desenvolvimento do grão causado por diversos fatores como temperaturas maiores que 30°C; doenças que afetam as raízes, hastes e folhas da planta, assim como o déficit hídrico durante o estágio reprodutivo, presença de pragas como insetos e principalmente percevejos (MANDARINO, 2005).

Elevados teores de clorofila implicam em diminuição da qualidade do grão de soja para a indústria esmagadora, pois para que este grão seja utilizado para produção de óleo refinado, será necessário demandar mais custos para o clareamento do mesmo (NUNES, 2013). Um óleo de soja refinado, exposto na gondola do supermercado não pode apresentar cor esverdeada, pois será rejeitado pelo consumidor.

6 CONCLUSÃO

O teor de acidez titulável nos grãos de soja da safra 2014/2015 demonstrou que os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul respectivamente, alcançaram os menores resultados mantendo-se na faixa de 1 a 1,5%. Já o estado de Goiás na região centro-oeste foi o que obteve a maior média de acidez titulável com aproximadamente 4,5%. Para as análises que quantificaram o teor de clorofila no grão de soja, os estados de Santa Catarina e Mato Grosso destacaram-se dos demais pelos índices menores que 2,00 mg.g⁻¹. O estado da Bahia obteve o maior valor dos nove estados analisados, com média superior a 10,00 mg.g⁻¹.

REFERÊNCIAS

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS**. 6.ed. Urbana, AOCS, 2009. Method Ac 5-41

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio 2007a. **Referencial fotográfico dos defeitos da soja**. 3.ed. jul. 2008a.

_____. Instrução Normativa nº 49, de 22 de dezembro de 2006. Aprova o regulamento de identidade e qualidade dos óleos vegetais refinados; a amostragem; os procedimentos complementares e o roteiro de classificação, conforme os respectivos anexos I, II, III e IV desta instrução normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dez. 2006b, p. 140-142, Seção 1.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 11, de 15 de maio de 2007. Estabelece o Regulamento Técnico da Soja, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 93, p. 13-15, 16 maio 2007c, Seção 1. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17751>>. Acesso em: 24 maio 2015.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 37, de 27 de julho de 2007. Altera o inciso IV, do art. 2º, do Capítulo I, do anexo da Instrução Normativa n. 11, de 15 de maio de 2007d, que passa a vigorar com alterações, dando-se nova redação às alíneas “b” e “g” e acrescentando-se a alínea “h”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 145, p. 9, 30 jul. 2007c, Seção 1. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/core/consulta.action>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2015/2016**. CONAB: Brasília, v. 3, n. 1, p. 1-104, outubro 2015.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p.150-790

DORSA, R. **Tecnologia de Óleos Vegetais**. Westfalia Separador do Brasil Ltda. 1. ed. p. 75-114. Campinas, SP, nov. 2004.

FARONI, L. R D'A. **Fatores que Influenciam a Qualidade dos Grãos**

Armazenados. p.1-15. 1998. Disponível em:

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ftp://ftp.ufv.br/dea/Disciplinas/Leda/Eng674/Fatores%2520influenc%2520qualid%2520graos.doc&gws_rd=cr&ei=0OkPWL8phrf4AeHkj7AD>. Acesso em: 25 out. 2016.

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/arquivos/gc26_soja.pdf>. Acesso em: 16 out. 2016.

GONÇALVES, C. A.; SOARES, N.S.; BOLINA, C. O.; BARROS, E.G. Influência da Temperatura no Acúmulo de Proteínas em Sementes de Soja. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1038-1040, jul. 2007.

GREGGIO, E. A.; BONINI, E. A. Qualidade do Grão de Soja Relacionada com o Teor de Acidez do Óleo. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.7, n.3, p. 645-658, set./dez. 2014.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado.** Circular Técnica EMBRAPA-CNPSO, n.30, p.1-70, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Óleos e gorduras. In: ZENEBO, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. (coord). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MANDARINO, J. M. G. **Coloração esverdeada nos grãos de soja e seus derivados.** Comunicado Técnico 77. Paraná, abr. 2005.

MANDARINO, J. M.G.; RESSING, A.C.; BENASSI, V.T. **Óleos alimentares funcionais.** EMBRAPA. 1.ed., p. 17-36, Paraná, 2005.

MANDARINO, J. M.G.; RESSING, A.C. **Tecnologia para produção do óleo de soja:** descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos. EMBRAPA. Documento 171, p. 11-38, Paraná, set. 2001.

MRTINEZ, M. **Clorofila.** InfoEscola. Disponível em:

<http://www.infoescola.com/plantas/clorofila/>. Acesso em: 04 nov. 2016.

MIN, D. B.; BOFF, J. M. **Chemistry and reaction of singlet oxygen in foods**. Institute of Food Technologists. 2016. Disponível em: <<http://www.ift.org/publications/crfsfs-20010113.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

NUNES, A. L. **Quantificação de clorofila em óleo vegetal extraído de soja com diferentes percentuais de grãos imaturos**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, Paraná, 2013.

O'BRIEN, R. D. Fat and Oils. In: O'BRIEN, R.D. (Ed.) **Fats and Oils Formulating and Processing for Applications**. Boca Raton, 2004. p. 175-232.

PÁDUA, G. P.; FRANÇA-NETO, J. B.; CARVALHO et al. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n.3, p. 128-138, 2007.

RIBEIRO E. P.; SERAVALLI E.A.G. **Química de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2007. v. 1. p. 1-150

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB. **Soja**: análise da conjuntura agropecuária. Brasília, nov. 2013. Disponível em: <www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/.../soja__2013_14.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2016.

SILVA, J. S. E.; BERBERT, P. A.; AFONSO, A.D.L.; RUFATO, S. Qualidade dos grãos. In: SILVA, Juarez de Souza e. (Org.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 1.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. v.1, p. 63-105

SOARES, T. A. **Análise de acidez graxa como índice de qualidade em grãos de soja**. 2003. vi, 74 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90539>>. Acesso em: 27 out. 2016.

Só Biologia. Pigmentos fotossintetizantes. 2008. Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica13.php>>. Acesso em: 29 out. 2016.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO et al. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, maio-jun., 2005.

VON ELBE, J.H. Colorantes. In: FENNEMA, O.W. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza : Wisconsin - Madison, 2000. Cap.10, p.782-799

WOLF, R. B.; CAVINS, J. F.; KLEIMAN, R.; BLACK, L. T. Effect of temperature on soybean seed constituents: oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids and sugars. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, 59. p. 230-232, 1982