



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS CAMPO MOURÃO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

ANDRÉ DA SILVA CASTILHOS DE MELO

**OS EFEITOS DA SOJA (*GLYCINE MAX* (L.) VERDE NA
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE SOJA E NO PROCESSO
DE REFINO DO ÓLEO.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2013

ANDRÉ DA SILVA CASTILHOS DE MELO

**OS EFEITOS DA SOJA (*GLYCINE MAX* (L.) VERDE NA
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE SOJA E NO PROCESSO
DE REFINO DO ÓLEO.**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação apresentado a UTFPR –
Campus Campo Mourão, como parte
dos requisitos para a conclusão do
Curso Superior de Tecnologia em
Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ailey
Aparecida Coelho Tanamati.

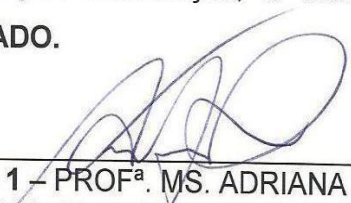
Campo Mourão
2013

TERMO DE APROVAÇÃO

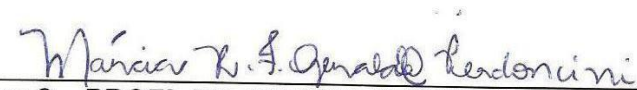
OS EFEITOS DA SOJA (*GLYCINE MAX* (L.) VERDE NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE SOJA E NO PROCESSO DE REFINO DO ÓLEO.

ANDRÉ DA SILVA CASTILHOS DE MELO

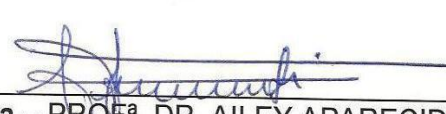
Este trabalho foi apresentado às 15:30 do dia 22 de Abril de 2013 como requisito para obtenção do título de graduação do curso superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi avaliado pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.



Membro 1 – PROF^a. MS. ADRIANA APARECIDA DROVAL
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CM)
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos



Membro 2 – PROF^a. DR. MARCIA REGINA GERALDO PERDONCINI
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CM)
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos



Orientadora – PROF^a. DR. AILEY APARECIDA COELHO TANAMATI
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CM)
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos

RESUMO

MELO, André. S.C. **Os efeitos da soja (*glycine max* (L.) verde na composição química do óleo de soja e no processo de refino do óleo.** 2013. 29 f. Trabalho de Conclusão de curso (Tecnologia em alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar os efeitos do uso de grãos de soja esverdeados na produção industrial de óleo e em sua composição química proximal. A soja (*Glycine máx.* L.) é afetada pela falta ou excesso de chuvas durante as fases de plantio, enchimento e colheita do grão, conseqüentemente o uso de grãos, sem a maturação adequada, acarretará problemas, no processamento desses, para as indústrias produtoras de óleo de soja. Neste estudo adotou-se uma pesquisa de modo comparativo entre amostras com teores baixos de grãos esverdeados e amostras com teores elevados de soja verde e avaliou os custos e o consumo do agente clarificante para branquear e eliminar as impurezas e pigmentos de clorofila presente no óleo. Os testes estatísticos foram realizados através da correlação de Spearman e Kendall. Avaliou-se os grãos de safras de soja, referentes às colheitas 2011/2012 e 2012/2013. Foram realizados ensaios de umidade, proteína bruta, lipídios totais e clorofila em espectrofotometria. Os resultados de análises obtidos para safras onde existe a ocorrência de sementes esverdeadas a exemplo da safra 2011/2012, mostram que os parâmetros físico-químicos de proteína, acidez e umidade não se correlacionam com sementes esverdeadas, porém a clorofila e o conteúdo de lipídeos totais se correlacionam com grãos verdes, ou seja, um lote com sementes verdes terá também quantidade elevada de pigmentos de clorofila e baixa porcentagem de óleo extraído. Desta forma, o uso de grãos de soja com percentual elevado de sementes esverdeadas não é recomendável para uso na indústria produtora de óleo, pois causam alterações significativas em sua composição química, especificamente pela presença da clorofila e aumentam os custos e consumo de argila clarificante no processo de branqueamento do óleo.

Palavras-chave: Soja (*Glycine Max*); Composição Química; Esverdeados; Clorofila.

ABSTRACT

MELO, André. S.C. **The effects of soybean (*Glycine max* (L.)) green chemical composition of soybean oil and oil refining process.** 2013. 29 f. Trabalho de Conclusão de curso (Tecnologia em alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

This research aims to evaluate the effects of using soybeans greenish in industrial oil and chemical composition proximal. Soybean (*Glycine max*. L.) is affected by the lack or excess of rains during the stages of planting, harvesting grain filling and thus the use of grains, without the proper maturation, will cause problems in processing these, for industries producing soybean oil. In this study we adopted a survey so comparing samples with lower grain greenish and samples with high content of green soybeans and assessed the costs and consumption of clarifying agent to whiten and remove impurities and chlorophyll pigments present in the oil. Statistical tests were performed using the Spearman rank correlation and Kendall. Reviewed the grain crop soybean crops regarding 2011/2012 and 2012/2013. Tests of moisture, crude protein, total lipids and chlorophyll spectrophotometry. The analysis results obtained for crops where there is the occurrence of green seed like the 2011/2012 season, show that the physico-chemical parameters of protein, acidity and moisture do not correlate with green seed, but the chlorophyll content and total lipids correlate with the green beans, or green seeds in a batch will also have high amount of chlorophyll pigments and a low percentage of extracted oil. Thus, the use of soybeans with a high percentage of green seed is not recommendable for use in oil producing industry, because they cause significant changes in its chemical composition, particularly by the presence of chlorophyll and increase the costs and consumption of the clay fining bleaching process oil.

Keywords: Soybean (*Glycine Max*); Chemical Composition; Greenish; Chlorophyll.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: (a) Grãos de soja esverdeados, (b) grãos de soja com maturação completa.....	11
Figura 2: Avaliação do coeficiente de correlação.....	18
Figura 3: Análise de Esverdeados nas safras 2010/2011 e 2011/2012.....	25
Figura 4: Análise de Clorofila nas safras 2010/2011 e 2011/2012	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros para esmagamento de soja.	12
Tabela 2: Análise Físico - Química em amostras de soja e óleo na safra 2011/2012	19
Tabela 3: Coeficientes de correlação (r) e Kendall (p) para variáveis independentes de sementes esverdeadas com os parâmetros de umidade, lipídeos totais, proteína bruta, acidez e clorofila: Safra 2011/2012. (n = 14).	20
Tabela 4: Análises Físico - Químicas em amostras de soja e óleo na safra 2012/2013.....	22
Tabela 5: Coeficientes de correlação (r) e Kendall (p) para variáveis independentes de sementes esverdeadas com os parâmetros de umidade, lipídeos totais, proteína bruta, acidez e clorofila: Safra 2012/2013. (n = 14).	23
Tabela 6: Consumo e Custo de Argila Clarificante.	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	9
2.1	Objetivo Geral	9
2.2	Objetivos Específicos	9
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1	Soja (<i>Glycine Max</i> (L.))	10
3.2	Clorofila	12
3.3	Processo de Obtenção de óleo de Soja	13
3.4	Branqueamento do Óleo	13
4	MATERIAIS E MÉTODOS	15
4.1	Amostragem	15
4.2	Controle de Qualidade	15
4.2.1	Esverdeados	15
4.2.2	Umidade	16
4.2.3	Lipídios totais	16
4.2.4	Proteína bruta	16
4.2.5	Acidez no óleo de soja	16
4.2.6	Clorofila no óleo de soja	17
4.3	Análises estatísticas dos dados	17
4.3.1	Correlação	17
4.3.2	Teste de Kendall	18
5	RESULTADOS	19
5.1	Amostras safra 2011/2012	19
5.1.1	Testes de Correlação - parâmetros safra 2011/2012	20
5.2	Amostras safra 2012/2013	22
5.2.1	Testes de Correlação - parâmetros safra 2012/2013	23
5.3	Custos / consumo na etapa de branqueamento do óleo	24
6	CONCLUSÃO	27
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Zorato, et al (2007) a produção de soja (*Glycine max* L.) é, diretamente, afetada pelo déficit hídrico em épocas importantes de plantio e colheita de grãos, sobretudo resultado deste problema são os lotes quando colhidos com grande proporção de sementes esverdeadas, fato do qual têm propiciado prejuízos para os agricultores e para as indústrias do segmento, dificultando a relação e afetando os benefícios mútuos entre produtores e clientes.

Com relação às exigências hídricas, índices pluviométricos durante o ciclo da cultura entre 700 e 1000 mm, regularmente distribuídos durante as fases vegetativa e reprodutiva são suficientes para um desenvolvimento satisfatório e bom rendimento da cultura. Precipitações pluviométricas frequentes ou prolongadas durante o período de pré-colheita, alternadas com períodos secos, fazem com que a semente, ainda no campo, sofra constantes alterações no seu teor de umidade, acelerando os processos de deterioração, prejudicando o enchimento dos grãos, ou então inibindo a degradação da clorofila (BORRMANN, 2009).

A indústria, que processa grãos de soja, pode apresentar problemas decorrentes de recebimento de grãos ou sementes esverdeadas, em razão de sua qualidade fisiológica ser inferior à estabelecida para esmagamento e pelos altos teores de clorofila. Pigmentos de clorofila são substâncias lipossolúveis, e por isso é extraído juntamente com o óleo bruto, resultando na coloração escura dos produtos, bem como a vida de prateleira do óleo de soja é reduzida e os custos se tornam elevados nos processos para remoção dos pigmentos (TAUTORUS; LOW, 1993).

Pelo exposto acima, o conhecimento da composição química e sua relação com o custo de refino de óleos obtidos desses grãos de soja esverdeados é objeto desse estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Compreender a influência dos grãos de soja esverdeada na composição química proximal do óleo de soja, associando aos custos de obtenção do óleo branqueado.

2.2 Objetivos Específicos

Determinar nos grãos de soja, teores de umidade, lipídeos totais, proteínas e a porcentagem de esverdeados.

Determinar os teores de clorofila e índice de acidez no óleo de soja.

Comprovar que o teor de clorofila influencia ou eleva nos custos de produção do óleo branqueado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Soja (*Glycine Max* (L.))

A soja é um dos principais produtos agrícolas comercializados no mundo. O Brasil, segundo maior produtor da oleaginosa, com 22,1% da produção, responde por 22,4% das exportações mundiais, ocupando também a segunda colocação nas vendas de derivados ao exterior. Os principais mercados de destino são Irã, China, Índia e Holanda. Cerca de 90% da produção de óleo vegetal e farelo proteico no Brasil são oriundos da soja. Isso significa que a indústria esmagadora brasileira é fortemente dependente dessa cultura, por ser a única oleaginosa produzida em escala no país (PINHEIRO, et al., 2008).

Puzzi (1996) comenta que, a soja pode ser considerada como produto vegetal de maior concentração proteica. O grão de soja contém aproximadamente 38% de proteína, 18% de óleo, 30% de carboidratos e fibras e 14% de umidade, cinzas e componentes secundários. A soja consiste também em fonte de diversos minerais, vitaminas, tocoferol, fitoestrógeno e fitoesteróis.

A indústria, outro segmento da cadeia da soja, do mesmo modo, tem apresentado problemas decorrentes de recebimento de grãos ou sementes esverdeadas, em razão da clorofila ser uma molécula pro oxidante, pode reduzir a estabilidade oxidativa do óleo, além de diminuir a velocidade do processo de hidrogenação devido à clorofila bloquear os centros ativos do catalisador (ZORATO, et al., 2007).

O óleo de soja surgiu como um subproduto do processamento do farelo de soja, ele é ímpar em suas propriedades, sendo indicado para um vasto número de aplicações como na preparação de assados, margarinas, óleos para salada entre outras (MORETTO; FETT, 1998).

Plantas imaturas, sujeitas aos estresses bióticos ou abióticos, que resultam em morte prematura ou maturação forçada, poderão produzir sementes e grãos esverdeados, o que resultará em acentuada redução das suas qualidades fisiológica e organoléptica, além de severa redução da produtividade da lavoura (FRANÇA NETO et al., 2005).

A intensidade da ocorrência de semente esverdeada em um lote é variável, em função do tipo, da intensidade e de quando ocorre(m) o(s) estresse(s) que resulta(m) na morte prematura ou na maturação forçada da planta. Depende também da suscetibilidade genética do cultivar. (FRANÇA NETO et al., 2005). A Figura 1 apresenta grãos de soja com diferentes graus de maturação.



Figura 1: (a) Grãos de soja esverdeados, (b) grãos de soja com maturação completa.

O manejo inadequado de lavouras de soja também pode resultar na produção de semente esverdeada. A distribuição inadequada de calcário ou de fertilizantes pode ocasionar problemas de maturação desuniforme, o que, por sua vez, resultará na colheita de semente imatura e esverdeada, mesclada com semente amarela e madura (FRANÇA NETO et al., 2005).

No Brasil, os padrões de qualidade para comercialização de soja foram estabelecidos em 1983 e vigoraram sem qualquer alteração até 2007. Apenas recentemente as antigas leis foram revogadas e foram estabelecidos novos padrões pela INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 11 de 15 de Maio de 2007, aproximando-se um pouco da legislação internacional (BRASIL, MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, 2007). A nova forma de classificação divide os grãos em dois grupos, conforme a sua utilização. O grupo I refere-se a grãos destinados ao consumo *in natura* e tem limites de tolerância mais rigorosos, sendo dividido ainda em dois subgrupos, 1 e 2. O grupo II refere-se à soja destinada para outros usos, especialmente a extração do óleo. Os parâmetros de tolerância deste grupo estão apresentados na (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros para esmagamento de soja.

Tipo	Avariados				Esverdeados	Partidos Quebrados e Amassados	Matérias Estranhas e Impurezas
	Total de Ardidos e Queimados	Máximo de Queimados	Mofados	Total			
Padrão Básico %	4,0	1,0	6,0	8,0	8,0	30,0	1,0

Fonte: (BRASIL, MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, 2007).

3.2 Clorofila

As clorofilas *a* (verde azulada) e *b* (verde amarelada), juntamente com alguns carotenoides, funcionam como pigmentos “antena” para captar a energia luminosa necessária para a fotossíntese. Para a maioria das espécies de semente, a quantidade de clorofila diminui durante o processo de maturação. Ao mesmo tempo, a cor da semente muda de verde para a cor característica, dependendo da espécie e da cultivar (FRANÇA NETO et al., 2005).

O nível de clorofila presente na semente, na fase de colheita, é afetado pelo genótipo e pelas condições climáticas, principalmente a temperatura, no período de maturação da semente. Resultados indicam que a degradação da clorofila está relacionada com os níveis de teor de água e de etileno, atuando esses três fatores simultaneamente durante a maturação da semente (FRANÇA NETO et al., 2005).

A coloração verde em produtos de soja é devida a presença de clorofila em grãos colhidos ainda imaturos. Fator esse que pode diminuir após algumas semanas de armazenamento na presença de aeração. Essa coloração verde é um problema, porque estará visível no óleo extraído e nos produtos proteicos, acarretando considerável aumento de custos nos processos de refino do óleo e produção de produtos proteicos (MANDARINO, 2012).

A cor verde, entre outras substâncias coloridas, pode ser resultados da presença de clorofilas e seus derivados esverdeados. A maioria desses pigmentos é lipossolúvel e por isso os pigmentos verdes são extraídos juntamente com o óleo, resultando em coloração escura do óleo. Na presença de clorofilas, a vida de prateleira do óleo e a eficiência dos catalisadores usados na hidrogenação são reduzidas, levando a necessidade de remover os pigmentos no processo de refino

do óleo, elevando assim significativamente os custos de produção (BORRMANN, 2009).

3.3 Processo de Obtenção de óleo de Soja

De acordo com Moretto e Fett (1998) a obtenção do óleo de soja divide-se em duas importantes etapas de produção, sendo a primeira a de produção do óleo bruto e da torta ou farelo, e a segunda de refino do óleo bruto.

Para a produção do óleo bruto e da torta, inicialmente os grãos de soja passam pelo: armazenamento; pré-limpeza; secagem; limpeza; seguem para a extração do óleo, sendo este encaminhado para a dessolventização e o farelo para a tostagem. O óleo segue para as etapas de refino: degomagem, neutralização, branqueamento e desodorização (DORSA, 2000).

A utilização de grãos de soja com elevado teor de clorofila, no processo de obtenção do óleo afeta, especialmente, a etapa de branqueamento, que tem objetivo de remover os pigmentos indesejáveis (DORSA, 2000).

O grão de soja maturado devesa apresentar pigmentos de clorofila de no máximo 5.000 ppb (P.QUALIDADE COAMO, 2012).

3.4 Branqueamento do Óleo

O processo de degomagem já remove certa quantidade de corantes presentes no óleo. A neutralização com álcalis também exibe um efeito branqueador, devido à coagulação e ação química. Todavia, o consumidor exige atualmente óleos e gorduras quase incolores o que é atingido pela adsorção dos corantes com terras clarificantes, ativadas ou naturais (MORETTO; FETT, 1998).

Clarificar ou branquear é remover impurezas indesejáveis de um líquido ou de uma substância. No caso de óleos ou gorduras é remover impurezas indesejáveis contidos neles e, assim, aptos para o consumo humano. Branqueamento é um processo crítico na refinação de óleos e gorduras, a clarificação é um termo adequado para descrever o que acontece nesta fase porque o seu objetivo é o de aumentar a estabilidade oxidativa dos óleos ou gorduras para eliminá-los, e os

produtos de oxidação dos promotores que os acompanham (ARELLANO; BLOCK, 2009).

O processo de clarificação ou branqueamento tem as seguintes funções:

Adsorver as impurezas que permanecem depois da neutralização alcalina, tal como fosfolipídios, os sabões e as partículas de metal.

Adsorver a clorofila do qual é um oxidante poderoso para o óleo de soja (ARELLANO; BLOCK, 2009).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na empresa COAMO – Agroindustrial Cooperativa, localizada em Campo Mourão – PR.

4.1 Amostragem

Foram utilizadas amostras de soja oriundas dos produtores cooperados da Coamo, estes lotes foram entregues em unidades de recebimento da Cooperativa no estado do Paraná e posterior encaminhado para esmagamento na indústria de óleo em Campo Mourão, as safras amostradas e analisadas são referentes ao ano de 2011/2012 e 2012/2013.

As amostras foram encaminhadas ao laboratório Físico-químico e submetidas ao controle de qualidade por meio das análises descritas na sequência.

4.2 Controle de Qualidade

Os experimentos foram realizados através de análises baseadas unicamente em metodologias da AOCS – American Oil Chemist's Society e procedimentos do MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

4.2.1 Esverdeados

A análise foi realizada de acordo com procedimentos estabelecidos pela PORTARIA Nº 262, De 23 de Novembro de 1983.

Este método permite determinar os grãos ou pedaços de grãos com coloração esverdeada na casca e na polpa, em decorrência de maturação forçada, os resultados expressos em porcentagem.

4.2.2 Umidade

A análise foi realizada de acordo com a metodologia AOCS Ba 2a-38 (2003) em estufa FANEM a 130 °C

Este método permite determinar a umidade do produto especificado, e qualquer material que seja volátil nas condições do ensaio, os resultados expressos em porcentagem.

4.2.3 Lipídios totais

A análise foi realizada de acordo com a metodologia AOCS Ac 3-44 (Revisado 2011) em aparelho de extração Soxhlet.

Este método permite determinar as substancias extraída de semente de soja moída por n-hexano sob as condições do teste. Os teores dos lipídios totais são expressos em porcentagem.

4.2.4 Proteína bruta

A análise foi realizada de acordo com a metodologia AOCS Ac 4-91 (Revisado 2011), é determinado via titulação.

Este método permite determinar o conteúdo de nitrogênio total e proteína como 6,25 vezes o conteúdo de nitrogênio da amostra. O resultado é expresso em porcentagem de proteína bruta.

4.2.5 Acidez no óleo de soja

A análise foi realizada de acordo com a metodologia AOCS Ca 5-41 (2009), é determinado via titulação, utilizando hidróxido de sódio 0,1 mol/L como padrão.

Este método permite determinar a acidez livre em óleo removido da semente por hexano extraído a temperatura ambiente, sendo o resultado expresso em percentual de acidez na amostra.

4.2.6 Clorofila no óleo de soja

A análise foi realizada de acordo com a metodologia AOCS Cc 13d-55 (1999) num espectrofotômetro FEMTO 700 PLUS.

Este método é usado para determinar a concentração $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ppb) de pigmentos de clorofila-relacionadas (predominantemente feofitina a) em óleos de medidas de absorção espectrofotométrica a 630 nm, 670 nm e 710 nm.

4.3 Análises estatísticas dos dados

Os resultados obtidos são apresentados como média, foram submetidos ao teste estatístico de correlação e ao teste de Kendall com um intervalo de confiança de 0,95.

4.3.1 Correlação

A correlação é uma grandeza análoga à covariância, com a diferença que está sempre entre -1 e 1. Se as duas variáveis são independentes, a correlação é zero. Se existe um relacionamento linear perfeito entre as duas variáveis aleatórias, a correlação é -1 ou 1, conforme a covariância seja positiva ou negativa.

Se o coeficiente de correlação é positivo, sabemos que, quando X tende a crescer, o mesmo ocorre com Y. As variáveis dizem-se então **correlacionadas positivamente**. X e Y estarão tanto mais correlacionadas quanto mais próximo de 1 estiver o coeficiente de correlação. Por outro lado, se a correlação é negativa, Y tende a se tornar pequeno quando X cresce. As variáveis dizem-se **correlacionadas negativamente**, e o relacionamento negativo é tanto mais forte quanto mais próximo de - 1 estiver o coeficiente de correlação (DOWNING; CLARK, 2005).

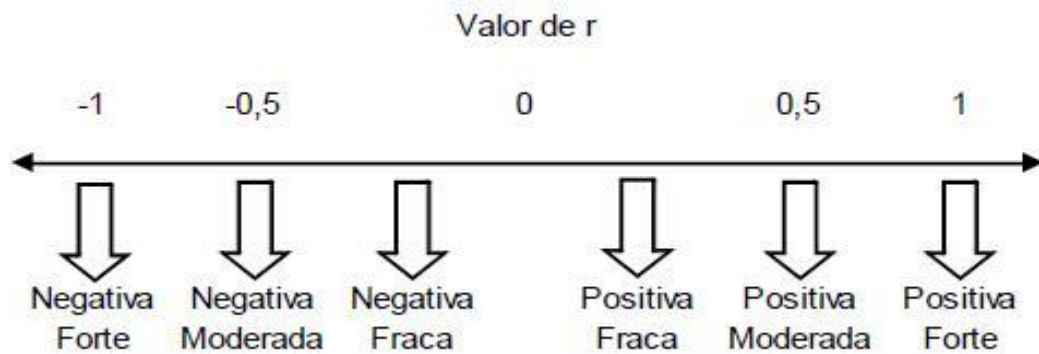


Figura 2: Avaliação do coeficiente de correlação

Fonte: Lopes *et al.* (2005, p.134)

4.3.2 Teste de Kendall

O coeficiente de correlação por postos de Kendall, r (tau) é uma medida de correlação útil para o mesmo tipo de dados ao qual se aplica o coeficiente de Spearman (p). Isto é, se ambas as variáveis X e Y acusam mensuração no mínimo ao nível ordinal, de forma que se possa atribuir a cada indivíduo um posto tanto em X como em Y , então r dará uma medida do grau de associação entre os dois conjuntos de postos. Conhece-se a distribuição amostral de r sob a hipótese de nulidade, portanto r , como p , está sujeito a provas de significância (ROSSI, 2010).

5 RESULTADOS

5.1 Amostras safra 2011/2012

Devido às condições climáticas adversas da safra 2011/2012, o recebimento de grãos esverdeados foi constante para a indústria produtora de óleo, onde o percentual variou de 9 a 46% de grãos verdes, conforme Tabela 2 para as quatorze amostras avaliadas. A Instrução Normativa nº 11 de 15 de Maio de 2007 aplica o padrão para o grupo II destinado a produção de óleo de soja de 8 % de grãos verdes em um lote recebido para industrialização.

Tabela 2: Análise Físico - Química em amostras de soja e óleo na safra 2011/2012

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO		Análises Físico – Químicas					
SAFRA 2011 / 2012		Soja				Óleo	
PADRÃO		< 8	8,5 - 10,5	16 - 24	34 - 36	< 1	< 5.000
Dia/Mês	Unidade/Origem	Esverdeado (%)	Umidade (%)	Lipídios totais (%)	Proteína Bruta (%)	Acidez (%)	Clorofila ppb
16/1	QUARTO CENTENARIO	9,00	10,19	20,19	34,13	0,29	6.298,00
7/3	DEZ DE MAIO	10,60	9,94	22,58	36,81	0,42	5.539,00
12/3	DEZ DE MAIO	11,40	10,34	21,01	35,59	0,62	6.002,00
10/3	NOVA SANTA ROSA	12,20	8,58	20,56	37,05	0,40	6.859,00
17/1	TOLEDO LL	13,00	10,98	17,39	37,60	0,39	8.089,00
6/3	DOIS IRMAOS	13,20	9,15	21,65	37,77	0,41	12.152,00
19/3	FENIX	18,00	10,50	21,35	36,78	0,28	16.173,00
15/3	QUINTA DO SOL	18,70	9,46	20,70	37,18	0,36	16.723,00
16/1	VILA NOVA	19,00	11,60	19,91	36,76	0,48	28.355,00
17/2	TOLEDO LL	21,50	10,74	19,77	36,19	0,55	11.217,00
17/1	SÃO PEDRO DO IGUAÇU	28,50	9,38	19,17	36,23	0,28	23.605,00
16/1	DOIS IRMAOS	29,50	7,73	17,81	36,25	0,50	32.382,00
23/2	DEZ DE MAIO	30,00	10,23	19,40	37,31	0,53	40.287,00
17/1	BRASILANDIA DO SUL	46,00	11,07	18,90	36,00	0,61	34.396,00

De acordo com Neto (2012) no Paraná, as primeiras lavouras de soja precoce plantadas em setembro/11 foram colhidas proporcionando rendimento 15% abaixo do previsto em função de estiagens ocorridas no período posterior ao plantio.

As condições climáticas adversas, provocadas pelo fenômeno La Niña, causaram perdas significativas às lavouras de soja. A estiagem iniciada em novembro/11 reduziu a produtividade para 2.241 quilos por hectare, 18,8% em

relação à previsão inicial e de 28,3% sobre a obtida em 2010/11, ano em que a produtividade atingiu o recorde de 3.124 quilos por hectare (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2012, p. 27).

5.1.1 Testes de Correlação - parâmetros safra 2011/2012

A correlação de sementes esverdeadas com outros parâmetros no presente estudo foi testada através do cálculo de coeficiente de correlação Spearman e Kendall. A tabela 3 apresenta os valores dos coeficientes de correlação (r) e (p) entre as variáveis independentes, bem como mostra se a correlação entre os parâmetros analisados tiveram resultados estatisticamente significativo.

Tabela 3: Coeficientes de correlação (r) e Kendall (p) para variáveis independentes de sementes esverdeadas com os parâmetros de umidade, lipídeos totais, proteína bruta, acidez e clorofila: Safra 2011/2012. ($n = 14$).

	Coeficiente de correlação (r)	p	
Umidade	0,057	0,39	Correlação inexistente
Lipídeos Totais	-0,510	0,01	Correlação negativa moderada
Proteína Bruta	-0,011	0,48	Correlação inexistente
Acidez	0,404	0,02	Correlação fraca
Clorofila	0,850	0,00	Correlação positiva forte

(r) 0 a 0,50 fraca correlação; 0,51 a 0,84 moderada correlação; > 0,85 forte correlação

(p) < 0,05 indica presença de correlação populacional pelo teste de Kendall

Os teores de lipídios totais e proteína bruta, nas sementes estudadas variaram entre 17,39 – 22,38% e 34,13 – 37,77%, sendo a média 20,03 e 36,77%, respectivamente. De acordo com Mandarino (2005), grão de soja verde apresenta basicamente o mesmo percentual de proteína que grão maduro, entretanto, em média, apresenta de 2% a 3% a menos de lipídios totais.

Para o parâmetro de proteína bruta, a tabela 3 mostra que não houve correlação estatística em sua relação com grãos verdes ($r = -0,011$; $p = 0,48$), ou seja,

quando o percentual de esverdeado tende a crescer a composição de proteína bruta não sofrera alteração significativa.

Em relação aos teores de lipídeos analisados, evidenciamos que existe uma correlação negativa moderada ($r = -0,510$; $p = 0,01$), assim afirmamos que ao passo que aumenta o teor de esverdeado em um lote e/ou amostra, diminui a níveis significativos o percentual de óleo.

Para a análise de umidade, onde os resultados variam de 7,73 a 11,60%, especificamente para as coletas realizadas nos municípios Dois Irmãos (16/1) e Vila Nova (16/1), respectivamente, não existe a correlação entre o teor de umidade do grão de soja com as sementes esverdeadas ($r = 0,057$; $p = 0,39$).

A acidez determinada nos óleos obtidos dos grãos, com diferentes teores de esverdeados, apresentaram resultados com variações de 0,28 a 0,62 %. Para os testes (r) e (p) conforme tabela 3, vimos que existe uma correlação fraca entre acidez e grãos de soja esverdeada ($r = 0,404$; $p = 0,02$). Esse parâmetro para a indústria produtora é de no máximo 1% conforme padrão interno da cooperativa.

Em circunstancias normais de maturação no campo, a clorofila é naturalmente degradada para derivados incolores, no entanto fatores ambientais durante a maturação podem influenciar a degradação. Temperaturas altas, a falta de precipitação e também colheita antecipada seguida de secagem a temperaturas acima de 40°C retardam ou até impedem a degradação da clorofila (BORRMANN, 2009).

Na safra 2011/12 os problemas apontados pelos produtores foram em relação ao déficit hídrico nas fases de enchimento e maturação dos grãos.

Os dados na tabela 3 mostram que a clorofila correlacionou-se fortemente com a soja esverdeada ($r = 0,850$; $p = 0,00$), ou seja, sabemos que quando o teor de esverdeado tende a crescer, o mesmo ocorrerá com a clorofila, as variáveis dizem-se então correlacionadas positivamente.

Os valores médios encontrados em óleos brutos oriundos de soja com graus de maturação completa, ou seja, abaixo de 8% de esverdeados, são de 5.000,00 ppb de pigmentos de clorofila (P.QUALIDADE COAMO, 2012).

Dessa maneira, é fundamental que se faça a remoção da clorofila dos produtos de soja e de seus derivados ou, então, que a ocorrência de grão verde seja evitada. A presença dos pigmentos, mesmo em pequenas quantidades, aumenta o custo de refinação do óleo e reduz o valor comercial do grão. Os lotes com grão

nessas condições não podem ser comercializados no mercado internacional, fato que se torna relevante frente ao enorme volume de exportação. (FRANÇA NETO, J.B.; et al., 2012).

5.2 Amostras safra 2012/2013

Para a safra seguinte referente ao recebimento no período de Janeiro a Março de 2013, foram classificadas através dos parâmetros de esverdeados e submetidas às análises de umidade, percentual do óleo e proteína do grão de soja, e foram analisados no óleo extraído do grão de soja à acidez e a clorofila.

As indústrias produtoras de óleo receberam cargas de soja com maturação completa, ou seja, sem grãos esverdeados ou com o mínimo possível de soja verde. As quatorze amostras para avaliação, conforme tabela 4 estas obtiveram um percentual de 0,3 a 3% de grãos esverdeados, a Instrução Normativa nº 11 de 15 de Maio de 2007 mostra o padrão para esmagamento de 8 %, neste estudo todas as amostras apresentaram resultados satisfatórios, ao contrario da safra anterior onde os resultados das amostras chegaram a teores de 46% de esverdeados.

Tabela 4: Análises Físico - Químicas em amostras de soja e óleo na safra 2012/2013

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO		Análises Físico – Químicas					
SAFRA 2012 / 2013		Soja				Óleo	
PADRÃO		< 8	8,5 - 10,5	16 - 24	34 - 36	< 1	< 5.000
Dia/Mês	Unidade/Origem	Esverdeado (%)	Umidade (%)	Lipídios totais (%)	Proteína Bruta (%)	Acidez (%)	Clorofila ppb
5/2	INDÚSTRIA DE OLEO	0,30	10,68	21,50	34,04	0,27	3.827,00
1/2	MANGUEIRINHA	1,00	11,01	22,18	34,45	0,22	3.990,00
20/1	JARDIM ARAUCARIA	1,00	10,59	21,44	35,60	0,29	2.791,00
2/2	JARDIM ARAUCARIA	1,00	10,86	20,48	35,15	0,30	4.409,00
10/2	INDÚSTRIA DE OLEO	1,30	11,01	20,46	36,31	0,25	3.075,00
4/2	INDÚSTRIA DE OLEO	1,30	11,10	20,49	36,20	0,28	3.127,00
5/3	FENIX	2,00	11,53	21,04	37,49	0,29	4.523,00
15/2	FENIX	2,00	11,48	20,74	36,76	0,34	4.435,00
5/2	FENIX	2,20	11,13	20,30	37,05	0,29	4.694,00
15/3	FENIX	2,20	11,05	20,69	34,31	0,27	3.003,00
5/2	FENIX	2,40	11,30	21,02	37,97	0,31	4.346,00
9/2	FENIX	2,60	11,38	20,32	34,52	0,31	3.319,00
5/2	LUIZIANA	3,00	10,29	20,07	34,30	0,28	3.915,00
18/1	FENIX	3,00	10,75	20,75	36,09	0,33	5.430,00

5.2.1 Testes de Correlação - parâmetros safra 2012/2013

A correlação de sementes esverdeadas com os parâmetros de umidade, lipídeos totais, proteína bruta, acidez e clorofila na safra 2012/2013 foi testada através do cálculo de coeficiente de correlação Spearman e Kendall. A Tabela 5 apresenta os valores dos coeficientes de correlação (r) e (p) entre as variáveis independentes, bem como mostra se a correlação entre os parâmetros analisados tiveram resultados estatisticamente significativo.

Tabela 5: Coeficientes de correlação (r) e Kendall (p) para variáveis independentes de sementes esverdeadas com os parâmetros de umidade, lipídeos totais, proteína bruta, acidez e clorofila: Safra 2012/2013. ($n = 14$).

	Coeficiente de correlação (r)	p	
Umidade	0,121	0,27	Correlação inexistente
Lipídeos Totais	-0,564	0,00	Correlação negativa moderada
Proteína Bruta	0,229	0,13	Correlação inexistente
Acidez	0,507	0,01	Correlação fraca
Clorofila	0,379	0,03	Correlação positiva fraca

(r) 0 a 0,50 fraca correlação; 0,51 a 0,84 moderada correlação; > 0,85 forte correlação

(p) < 0,05 indica presença de correlação populacional pelo teste de Kendall

Para a análise de umidade, os resultados variam de 10,75 a 11,53%, especificamente para as amostras dos municípios de Luiziana (5/2) e Fênix (5/3), respectivamente. Os percentuais de umidade de algumas amostras estão fora dos padrões utilizados pela cooperativa, o qual poderá ser entre 8,5 a 10,5 %. Para os testes estatísticos verificamos que não existe correlação entre o teor de umidade do grão de soja com sementes esverdeadas ($r=0,121$; p 0,27), ao passo que cresce o teor de esverdeado em um lote, a porcentagem de umidade não tendera a crescer nem diminuir.

Avaliando o parâmetro de proteína bruta, a Tabela 5 mostra que não houve correlação estatística em sua relação com grãos verdes ($r= 0,229$; p 0,13), ou seja, quando o percentual de esverdeado tende a crescer a composição de proteína bruta não sofrera alteração significativa, conforme safra anterior onde também à correlação para estes parâmetros foi inexistente.

Em relação aos teores de lipídeos totais analisados, evidenciamos também nesta safra que existe uma correlação negativa moderada com o parâmetro de grãos verdes ($r = -0,564$; $p < 0,00$), assim afirmamos que ao passo que aumenta o teor de esverdeado em um lote e/ou amostra, diminui a níveis significativos o percentual de óleo.

Para o parâmetro de acidez, os resultados sofreram pequenas variações, de 0,22 a 0,34 %. Esse parâmetro conforme padrão interno da cooperativa Coamo é de no máximo 1%, pois todos os resultados obtidos foram satisfatórios. Nos testes (r) e (p) conforme Tabela 5, vimos que a correlação encontrada entre acidez e grãos de soja esverdeada ($r = 0,507$; $p < 0,01$) é fraca, assim ao nível de confiança de 95% afirmamos que acidez não está correlacionado com sementes verdes.

Para a análise de clorofila conforme Tabela 5 na amostra de Fênix (18/1) foi encontrado 5.430,00 ppb de pigmentos, nesta mesma época na safra anterior os resultados de clorofila eram 5 vezes maiores, devido ao grande número de soja verde recebida pela indústria produtora de óleo de soja.

Os dados na Tabela 5 mostram que a clorofila correlacionou-se fracamente com a soja esverdeada ($r = 0,379$; $p < 0,03$), ou seja, podemos dizer que a correlação forte entre estes parâmetros só irá acontecer quando as ocorrências de sementes verdes apresentarem resultados acima de 8%, conforme safra anterior onde tais parâmetros se correlacionaram fortemente.

5.3 Custos / consumo na etapa de branqueamento do óleo

O branqueamento pode ser realizado de forma contínua ou descontínua. O branqueamento contínuo é o mais indicado visto que somente desta forma se pode garantir um tempo de contato constante do óleo com a terra de branqueamento (DORSA, 2000).

A clarificação do óleo de soja é efetuada mediante o fenômeno de adsorção dos pigmentos ou impurezas pelos agentes clarificantes. Substâncias polares, que estão dissolvidas ou suspensas no óleo em concentrações relativamente baixas, são adsorvidas nas superfícies das partículas de um material adsorvente, que também pode ser chamado de agente clarificante (LOPES, 2008).

Os termos “argila descorante”, “argila clarificante” ou “argila adsorvente”, são utilizados nas indústrias de óleo para designar argilas que, no estado natural ou após ativação química ou térmica, apresentam a propriedade de adsorver as matérias corantes dissolvidas de óleos minerais, vegetais e animais (ALVES, 2005).

Para avaliação dos custos e consumo da argila clarificante na etapa de branqueamento do óleo, foram verificadas as ocorrências referentes às safras de 2010/2011 e 2011/2012, abaixo na Figura 3 seguem os índices expressos em média para o parâmetro de classificação de grãos esverdeados.

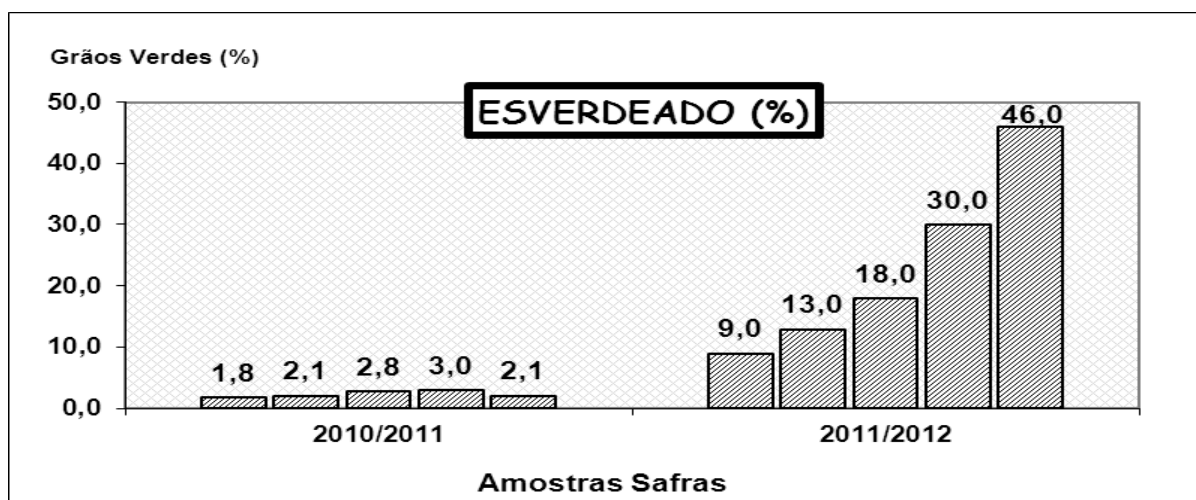


Figura 3: Análise de Esverdeados nas safras 2010/2011 e 2011/2012

Verifica-se que na safra de 2010/2011 o teor de soja verde recebida pela indústria não passou de 3,0 %, já em relação à safra seguinte os percentuais de esverdeados chegaram a 46 %, fato este devido aos problemas comentados por Borrmann (2009) onde as precipitações pluviométricas frequentes ou prolongadas durante o período de pré-colheita, alternadas com períodos secos, fazem com que a degradação da clorofila seja inibida, resultando em lotes com quantidade elevada de grãos esverdeados.

Sabendo que nas safras 2011/2012 o recebimento de amostras imaturas ou parcialmente verdes foram constantes, conseqüentemente os índices de clorofila também foram encontrados a níveis elevados, representados na Figura 4, onde seguem os valores expressos em média para a análise de clorofila referente às safras pesquisadas.

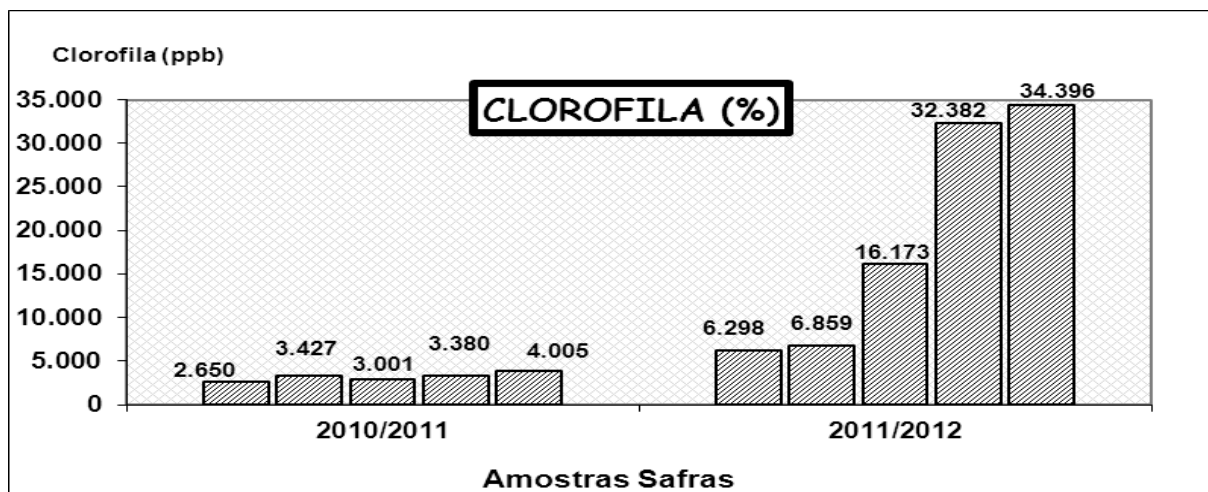


Figura 4: Análise de Clorofila nas safras 2010/2011 e 2011/2012

Na safra de 2011/2012 os valores encontrados para a clorofila chegaram a 34.396,00 ppb, já em relação à safra anterior os índices de clorofila não passaram de 5.000,00 ppb, fato este devido a quantidade elevada de grãos esverdeados nesta safra.

Os problemas relacionados à produção e colheita de grãos esverdeados foram altos na safra 2011/2012, já na safra anterior grãos verdes não afetaram as indústrias produtoras de óleo de soja. O consumo médio de argila clarificante para branquear uma tonelada de óleo na safra 2011/2012 foi de 10,1 quilos do adsorvente, conforme expresso na Tabela 6.

Tabela 6: Consumo e Custo de Argila Clarificante.

<i>Safra</i>	<i>Consumo Médio Argila / Ton. Óleo Branqueado.</i>	<i>Custo Médio Argila / Ton. de Óleo Branqueado.</i>
2010/2011	7,6 kg	R\$ 15,95
2011/2012	10,1 kg	R\$ 21,22

Na safra 2012/2013 os custos/consumo não foram determinados.

Já na safra anterior o consumo foi de 7,6 quilos de argila por tonelada de óleo branqueado, com relação aos custos com a argila clarificante, safra com índices elevados de clorofila terão custo maior com a terra clarificante, a exemplo do comparativo na Tabela 3 evidenciamos que na última safra o custo para clarificar uma tonelada de óleo foi em média de R\$ 21,22.

6 CONCLUSÃO

O uso de grãos de soja esverdeados para produção de óleo interfere em sua composição química, bem como nos custos de processo da etapa de branqueamento do óleo.

Verificamos que na safra de soja referente o ano de 2011/2012 os problemas de estiagem pós-plantio e longos períodos de chuvas foram as principais causas de ocorrências de sementes esverdeadas.

Através dos estudos realizados podemos concluir que lotes ou amostras com teores elevados de sementes verdes também apresentam quantidade elevada de pigmentos de clorofila e em sua composição apresenta baixo teor de lipídeos totais, para tal se faz necessário à retirada destes pigmentos mediante a etapa de branqueamento, pois o óleo de soja não branqueado estará favorável à oxidação, terá coloração escura e o tempo de prateleira será menor.

As amostras analisadas com teores elevados de sementes esverdeados apresentaram correlação significativa na composição de lipídeos totais e clorofila, para os parâmetros de umidade, proteína bruta e acidez foram identificadas correlações fracas ou inexistentes a níveis de confiança de 0,95, afirmamos que estes parâmetros não se correlacionam, ou seja, sua composição não se altera conforme cresce o percentual de esverdeado em uma amostra ou lote.

Os comparativos entre as safras de 2010/2011 e 2011/2012 mostraram a diferença nos percentuais de grãos verdes recebidos pela indústria de óleo bem como teores elevados de clorofila. No processo de branqueamento do óleo podemos identificar a diferença no consumo e nos custos do agente clarificante, pois na safra 2011/2012 onde a clorofila chegou a níveis de 34.396,00 ppb de pigmentos, os custos de produção e o consumo da terra clarificante foram maiores que na safra anterior, resultando em um consumo e custos de produção elevados para a indústria produtora do óleo.

Podemos afirmar que os cooperados e as indústrias produtoras de óleo de soja, respectivamente, convivem com dificuldades em relação ao plantio/colheita e recebimento de grãos esverdeados, pois são problemas que afetam a qualidade do produto final, bem como nos custos para os produtores e para as indústrias de recebimento e esmagamento de grãos de soja.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. W. **Extração de corantes de urucum por processo adsorptivos utilizando argilas comerciais e *colloidal gas aphrons***. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina. 2005.

ARELLANO, Daniel B; BLOCK, Jane M; **Temas Selectos en Aceites y Grasas: Procesamiento**. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

BORRMANN, D; **Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabólitos incolores**. Tese Doutorado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009, Disponível em: www.teses.usp.br/teses/.../9/.../TESEDANIELABORRMANN.pdf >. Acesso em: 28 Set. 2012.

BRASIL. **Ministério da Agricultura**. Secretaria Nacional de Abastecimento. Portaria n 162, de 23 de novembro 1983. Publicado em 29 Nov. 1983, Instrução Normativa de 15 de maio de 2007.

COAMO – Agroindustrial Cooperativa. **P. Qualidade**. Rev 10/2012.

CONAB – Acompanhamento da safra Brasileira de Grãos 2011/2012 – Sexto levantamento. Março 2012.

DORSA, Renato; **Tecnologia de processamento de óleos e gorduras vegetais e derivados**: 3. ed. 2000.

DOWNING, D; CLARK, J. **Estatística Aplicada**. 2 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

FRANÇA NETO, J.B. PÁDUA, G.P.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O. BRUMATTI, P.C.R; KRZYZANOWSKI, F.C; COSTA, N.P; HENNING, A.A; SANCHES, D.P. **Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica**. Embrapa Soja, Londrina, 2005.

FRANÇA NETO, J.B; PÁDUA, G.P; KRZYZANOWSKI, F.C; CARVALHO, M.L. M; HENNING, A.A; LORINI, I. **Semente Esverdeada de Soja: Causas e Efeitos Sobre o Desempenho Fisiológico – Série Sementes**. Embrapa Soja, Londrina, 2012.

LOPES, Keila da S. **Avaliação da etapa de clarificação do óleo de soja através de planejamento composto central e Investigação do potencial de melhoria energética no processamento da soja**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Térmicos e Químicos), Curso de Pós-Graduação em Engenharias (PIPE), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

LOPES, L.F.D.; MULLER, I.; SOUZA, A. M.; ANSUJ, A. P.; MOREIRA JUNIOR, F. J.; STRAZZABOSCO, F.; BORTOLUZZI, O. A. **Caderno didático: estatística geral**. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005.

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

MANDARINO, J.M.G. **Grãos Verdes: influencia na qualidade dos produtos a base de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2012.

MORETTO, Eliane; FETT, Roseane; **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**; São Paulo: Varela, 1998.

NETO, Sebastião. P.S. Perspectivas para o produtor de soja na safra 2011-2012. **Agronegócio da Soja**, Disponível em: < http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=25818&secao=A_grotemas>. Acesso em: 20 Mar. 2013.

PINHEIRO, D. R; PONTES, F. A., BRAGA, J. A. L. S., GONÇALVES, J. C. S., PEREIRA, L. F. **Tecnologia do óleo de soja**. Seminário para disciplina de Bioquímica Industrial, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

PUZZI, D.. **Abastecimento e Armazenagem de Grãos**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas SP, 1996.

ROSSI, Robson, M; **Métodos Não-Paramétricos**. Curso de Estatística, Departamento de Estatística, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, 2010.

TAUTORUS, C.L; LOW, N.H. **Chemical aspects of chlorophyll breakdown products and their relevance to canola oil stability**. Journal of the American Oil Chemists Society, Champaign, v.70, 1993.

ZORATO, M de F; PESKE, S.T; TAKEDA, Ca; FRANCA NETO, J de B. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Rev. bras. sementes**, Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n1/02.pdf>>. Acesso em: 25 Set. 2012.