

## Perda da qualidade dos grãos de soja no Brasil em função dos altos teores de acidez e clorofila

Leide Elen Gomes Santos

Neusa Fatima Seibel

José Marcos Gontijo Mandarino

### 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, 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 (CONAB, 2015), a área de plantio para a safra de 2015/2016 está estimada em 5,24 milhões de hectares. Esses números se justificam pela ampla diversidade em que o grão pode ser empregado, devido ao seu alto teor de proteínas (38%) e lipídios (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, maioneses, molhos, e ainda empregado na produção industrial de tintas, lubrificantes, solventes, plásticos, resinas e até mesmo do biodiesel (MANDARINO; RESSING, 2001).

Os desafios das indústrias processadoras são inúmeros, pois a matéria-prima utilizada é o grão, o qual 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 prejuízos para a indústria de óleos, se não corrigidos.

A fim de minimizar as perdas, procuram-se alternativas para se melhorar a qualidade do grão de soja utilizado pelas indústrias de óleos, o que tem sido feito por meio 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. Assim, esperam-se alterações à medida que se variam as práticas culturais de cultivo, transporte, armazenamento e ainda outras condições, às 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.

Esta pesquisa teve por objetivo quantificar os níveis de acidez titulável e clorofila dos grãos de soja da safra de 2014/2015 de nove estados do Brasil.

## 2 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 de 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 (2007), 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, pois 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 o seu ciclo, os principais ataques decorrem da lagarta e do percevejo. A lagarta se alimenta das folhas da planta da 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 dos 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 comentaram 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).

**Quadro 1** – Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para a soja do grupo I

| Tipo | Avariados                    |                     |         |           | Esverdeados | Partidos, quebrados e amassados | Matérias estranhas e impurezas |
|------|------------------------------|---------------------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|--------------------------------|
|      | Total de ardidos e queimados | Máximo de queimados | Mofados | Total (1) |             |                                 |                                |
| 1    | 1,0                          | 0,3                 | 0,5     | 4,0       | 2,0         | 8,0                             | 1,0                            |
| 2    | 2,0                          | 1,0                 | 1,5     | 6,0       | 4,0         | 15,0                            | 1,0                            |

Fonte: Brasil (2007).

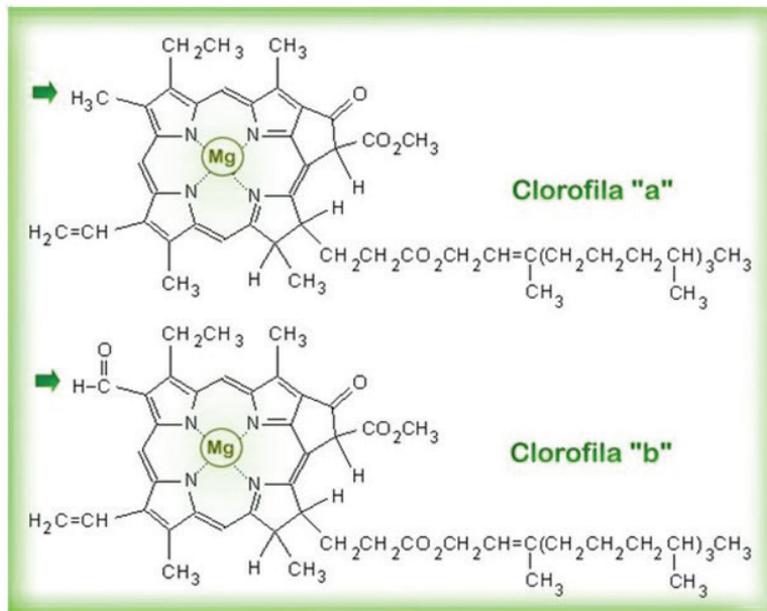
## 2.1 Clorofila

A cor verde do grão de soja é devido à presença da clorofila, que é um pigmento abundantemente encontrado na natureza, sendo este essencial ao processo de fotossíntese. Nos tecidos vegetais vivos, a clorofila está presente como suspensão coloidal nas células de cloroplastos, associada com carotenoides 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 dissolvida 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 à luz solar é responsável por parte da degradação da mesma (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

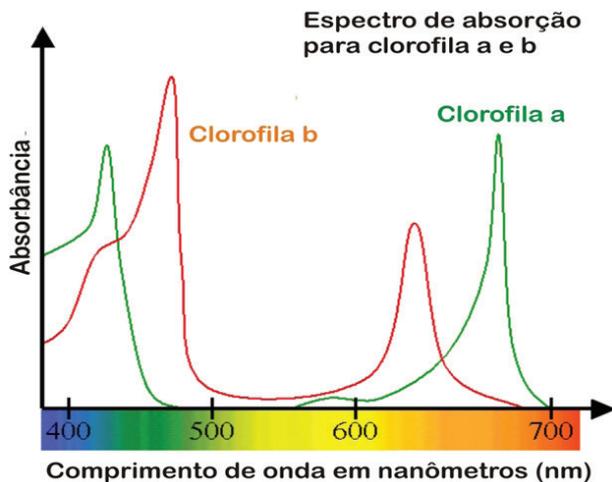
Segundo Ribeiro e Seravalli (2007), diversos fatores podem levar a alterações químicas indesejáveis nas clorofilas, como o pH, aquecimento, enzimas, entre outros. O aquecimento pode levar à perda da pigmentação verde, o que, por sua vez, leva à perda da cor original da clorofila. Já as alterações em função do pH podem levar à mudança da cor verde para verde-castanho. As enzimas clorofilases, 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, são denominadas clorofilas *a* e *b*, diferindo entre si pelo substituinte do carbono C-3 (Figura 1). 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 (Figura 2) (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).



**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 nos grãos de soja são inúmeras, pois esses grãos terão uma quantidade de ácidos graxos livres aumentada 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 conforme aumenta o teor de clorofila. A correção desse efeito indesejado demandará maiores investimentos financeiros com terras clarificantes e/ou tempo elaborando-se *blends* para a minimização da cor (MIN; BOFF, 2016).

## 2.2 Acidez titulável

De acordo com Brasil (2006), 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. Por meio 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 o 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).

## 2.3 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 aparência, odor e sabor, eliminando 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, observam-se aromas indesejáveis e rancidez oxidativa (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Segundo Damodaran, Parkin e Fennema (2010), é possível realizar a remoção da clorofila por meio 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 teor deste composto.

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):

$$\text{Fator de perda} = \frac{(\% \text{ da perda da neutralização})}{(\% \text{ no óleo bruto})} \quad (1)$$

### 3 Metodologia

Tratou-se de uma pesquisa experimental, com dados quantitativos, tendo como objetivo de estudo a avaliação da qualidade dos grãos de soja cultivados em diferentes regiões do Brasil em função do índice de acidez titulável e dos teores de clorofila. 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.

### 3.1 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, na safra 2014/15.

### 3.2 Métodos

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

#### 3.2.1 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 N° 11, de 15 de maio de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007), 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 tamizados 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.

##### 3.2.1.1 Determinação de acidez total titulável

Para cada lote das dezesseis amostras de grãos de soja finamente moídos, pesou-se aproximadamente 25 g 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 à 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, 1,5 g do óleo extraído de cada amostra foi adicionado 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 fórmula da Equação 2.

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

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

### 3.2.1.2 Quantificação de Clorofila

A quantificação dos teores de clorofila *a* e *b* foi determinada mediante o método Pádua et al. (2007), com adaptações, em que 3 g de soja finamente moída foram adicionados, de 15 mL de uma solução de acetona 80%, a tubos Falcon cobertos de papel-alumínio, para evitar a incidência de luz. As amostras foram homogeneizadas em vórtex a cada 15 minutos 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<sup>-1</sup> de amostra. Para o cálculo do teor de clorofila total, foram utilizadas as equações 3, 4 e 5.

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

**Equação 3 – Quantificação do teor de clorofila *a***

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

**Equação 4 – Quantificação do teor de clorofila *b***

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

**Equação 5 – Quantificação do teor de clorofila total**

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

### 3.3 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.

## 4 Resultados e discussão

Os teores de 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

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |      |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|------|-------|
|         |        |            | 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  |

(continua)

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |      |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|------|-------|
|         |        |            | a                               | b    | TOTAL |
| 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  |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |      |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|------|-------|
|         |        |            | a                               | b    | TOTAL |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |      |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|------|-------|
|         |        |            | a                               | b    | TOTAL |
| 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  |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |       |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|-------|-------|
|         |        |            | a                               | b     | TOTAL |
| 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  |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |      |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|------|-------|
|         |        |            | a                               | b    | TOTAL |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |      |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|------|-------|
|         |        |            | a                               | b    | TOTAL |
| 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  |
| 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 |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |      |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|------|-------|
|         |        |            | a                               | b    | TOTAL |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |       |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|-------|-------|
|         |        |            | a                               | b     | TOTAL |
| 453     | MS     | 3,01       | 0,64                            | 1,30  | 1,94  |
| 455     | MS     | 1,81       | 0,17                            | 0,59  | 0,77  |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |       |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|-------|-------|
|         |        |            | a                               | b     | TOTAL |
| 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  |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |       |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|-------|-------|
|         |        |            | a                               | b     | TOTAL |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |       |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|-------|-------|
|         |        |            | a                               | b     | TOTAL |
| 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  |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |       |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|-------|-------|
|         |        |            | a                               | b     | TOTAL |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |       |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|-------|-------|
|         |        |            | 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |      |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|------|-------|
|         |        |            | a                               | b    | TOTAL |
| 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  |
| 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  |

*(continua)*

**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |       |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|-------|-------|
|         |        |            | a                               | b     | TOTAL |
| 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  |

*(continua)*

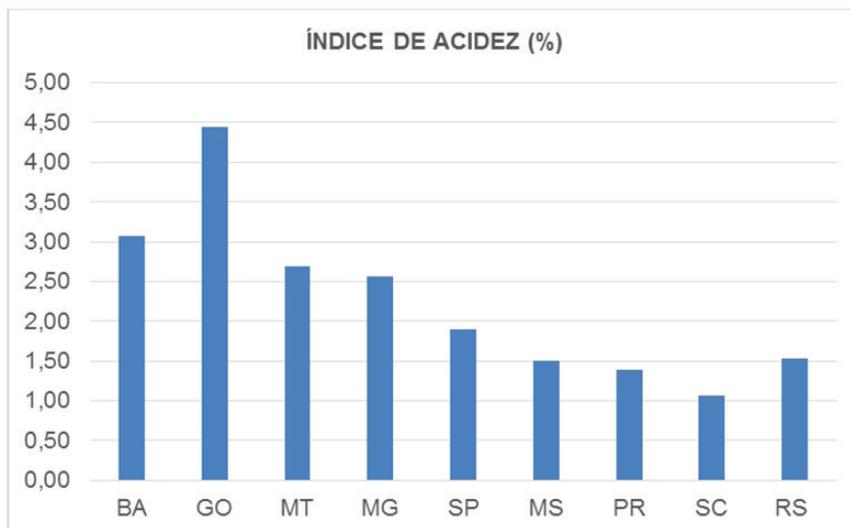
**Tabela 1** – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

| Amostra | Estado | ACIDEZ (%) | CLOROFILA (mg.g <sup>-1</sup> ) |      |       |
|---------|--------|------------|---------------------------------|------|-------|
|         |        |            | a                               | b    | TOTAL |
| 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  |
| 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 |

Fonte: Autoria própria.

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

**Gráfico 1** – Médias dos índices de acidez, em porcentagem, das amostras de soja coletadas em nove estados produtores na safra 2014/2015



Fonte: Autoria própria

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 o 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 de respiração dos grãos aumenta proporcionalmente com o aumento da temperatura, que é influenciado ainda pelo fator umidade desse grão. Teores de umidade maiores que 13-14% favorecem o aumento e a 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, ocorre 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 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 o 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, diminuindo seu pH. Temperaturas mais amenas colaboram para que a taxa de respiração se mantenha desacelerada, conseqüentemente o grão tende a degradar-se mais lentamente.

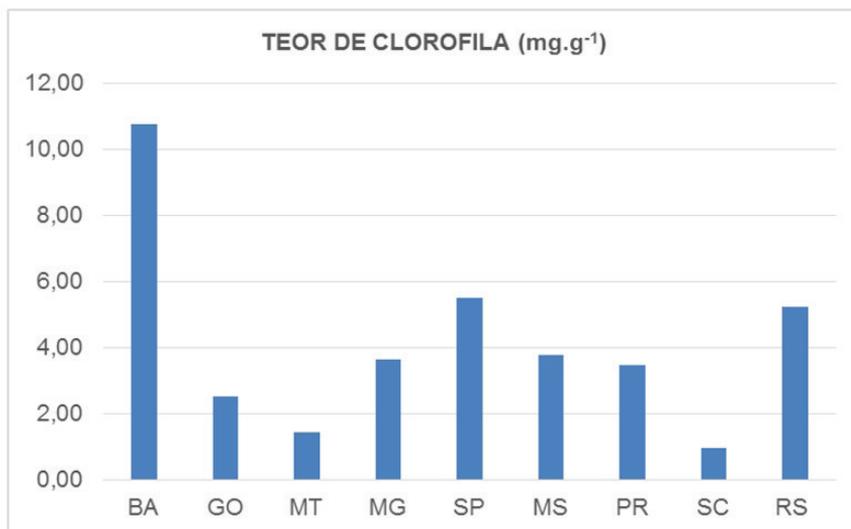
O aumento da acidez do grão de soja em decorrência da diminuição do pH é indesejável quando o grão é destinado para indústria esmagadora. Isso porque durante o processo de neutralização será necessário demandar maior quantidade de soda cáustica para neutralização dos ácidos graxos livres, o que implicará 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  $>2,50\%$ , revelando 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 a 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, das amostras de soja coletadas em nove estados produtores na safra 2014/2015



Fonte: Autoria própria

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<sup>-1</sup> respectivamente), o que é desejável pelo consumidor e pela indústria processadora.

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.

**Quadro 2** – Percentuais de grãos imaturos e concentração de clorofila

| <b>Grãos imaturos</b> | <b>Concentração de clorofila em ppm</b> | <b>Concentração de clorofila em mg.g<sup>-1</sup></b> |
|-----------------------|---|---|
| 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  |

Fonte: Nunes (2013).

O estado de Santa Catarina obteve o menor teor de clorofila entre os estados analisados neste trabalho. No entanto, ao compará-lo com os percentuais obtidos por Nunes (2013), onde o mesmo destaca a influência do percentual de grãos esverdeados na qualidade do óleo de soja, observa-se que o resultado obtido por Santa Catarina não se enquadraria dentro dos percentuais de 0 a 6% considerados como não influenciadores na qualidade final do óleo de soja demonstrados no quadro 2.

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 alimentícia, 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 gôndola do supermercado, não pode apresentar cor esverdeada, pois será rejeitado pelo consumidor.

## 5 Conclusão

O teor de acidez titulável nos grãos de soja da safra 2014/2015 dos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, respectivamente, alcançaram os menores resultados no que tange aos níveis de acidez titulável e clorofila dos grãos de soja da safra de 2014/2015, mantendo-se na faixa de 1 a 1,5%. Já o estado de Goiás, na região Centro-Oeste, 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<sup>-1</sup>. O estado da Bahia obteve o maior valor dos nove estados analisados, com média superior a 10,00 mg.g<sup>-1</sup>.

## Referências

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

BRASIL. Instrução Normativa n° 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. 2006, 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 2007, Seção 1.

\_\_\_\_\_. 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 2007, 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. 2007, Seção 1.

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.
- 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/En.674/Fatores%2520influenc%2520qualid%2520graos.doc&gws\\_rd=cr&ei=0OkPWL8phrf4AeHkj7AD](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ftp://ftp.ufv.br/dea/Disciplinas/Leda/En.674/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.
- 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, 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, 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 alimentos 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.

MARTINEZ, 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 an 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](http://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.

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, 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. et al. Effect of temperature on soybean seed constituents: oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids and sugars. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, n. 59. p. 230-232, 1982