

## Características físico-químicas e tecnológicas dos grãos: teor de proteína, teor de óleo, acidez do óleo e teor de clorofila

José Marcos Gontijo Mandarino  
Marcelo Alvares de Oliveira  
Rodrigo Santos Leite

A soja é um alimento calórico-proteico importante para diminuir a desnutrição no mundo. Além disso, é uma alternativa proteica de boa qualidade para vegetarianos, possui uma fração lipídica rica em ácidos graxos poli-insaturados, carboidratos com atividade prebiótica e fibras solúveis e insolúveis (Tabela 37).

**Tabela 37.** Composição centesimal média da soja em grão.

Umidade (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Carboidratos (g/100g)		Cinzas (g/100g)	Energia (Kcal)
			Açúcares	Fibras		
11,0	36,5	20,0	10,00	17,00	5,5	417

Fonte: USDA Nutrient Database.

A qualidade tecnológica da soja está associada a atributos quantitativos e qualitativos. Os atributos quantitativos estão relacionados com o teor de umidade e, principalmente, de lipídios e proteínas, que são os dois componentes de alto valor comercial para a produção dos derivados de soja tais como: óleo bruto, óleo degomado, óleo refinado desodorizado, farelos proteicos, farinhas, concentrados e isolados proteicos. Entretanto, os atributos qualitativos das frações lipídica e proteica (composta por globulinas, glutelinas, albuminas e prolaminas) da soja são extremamente importantes para caracterizar a qualidade tecnológica e destinar os grãos para a produção de diferentes produtos e linhas de processamento. O farelo de soja é insumo fundamental para nutrição animal, destacadamente de aves, suínos e bovinos confinados. Com o aumento de consumo de proteína animal, o consumo do referido farelo tem crescido gradualmente, sobretudo em países produtores de carnes como China e Brasil.

### Quantidade e qualidade da proteína presente nos grãos de soja

Dentre as proteínas vegetais, a proteína da soja é uma excelente opção para substituir as proteínas animais, do ponto de vista nutricional, pois contém todos os aminoácidos essenciais, e em proporção adequada, excetuando-se apenas os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), com níveis baixos de concentração (Canto; Turatti, 1989).

O uso de produtos proteicos de soja pela indústria alimentícia tem aumentado devido ao seu custo relativamente baixo, e principalmente, a suas características funcionais ou tecnológicas. A capacidade que as proteínas de soja possuem para melhorar certas propriedades num sistema alimentar (por exemplo, a formação e estabilização de emulsões) depende de numerosos fatores (Hutton; Campbel, 1977; Wang et al., 1997). Entre estes estão condições e local de cultivo, condições de colheita e armazenamento dos grãos. O grau de maturação, cultivar, condições de estocagem, porcentual de grãos danificados e o processamento alteram as propriedades físico-químicas e funcionais das proteínas da soja, principalmente, a capacidade de absorção de água ou óleo, solubilidade, dispersibilidade, extensibilidade, viscosidade, espumabilidade, capacidade de gelificação, capacidade emulsificante e de absorção de aromas (Genovese; Lajolo, 1992; Carrão-Panizzi et al., 2006).

As aplicações tecnológicas dos produtos proteicos de soja dependem de suas propriedades funcionais, que variam de acordo com o grau de desnaturação sofrido pelas proteínas (Wagner; Añon, 1990). As proteínas da soja são sensíveis as diferentes condições de desnaturação. Como a maioria dos alimentos processados sofrem tratamentos térmicos durante seu processamento, a desnaturação pelo calor, principalmente o calor úmido, é de interesse particular, pois diminui a solubilidade das proteínas.

### **Quantidade e qualidade do óleo presente nos grãos de soja**

As cultivares de soja apresentam uma variação entre 15 e 25% de lipídios totais. Dentre os óleos vegetais, o de soja é o mais consumido pela população brasileira, representando cerca de 90% de todos os óleos e gorduras consumidos no Brasil, enquanto no mundo esse consumo atinge entre 20 e 24% (Mandarino, et al., 2006; Osaki; Batalha, 2011). A utilização industrial do óleo de soja para a produção de diferentes produtos apresenta muitas vantagens, tais como: alto conteúdo de ácidos graxos essenciais; formação de cristais grandes, que são facilmente filtráveis, quando o óleo é hidrogenado e fracionado; alto índice de iodo, que permite a sua hidrogenação produzindo grande variedade de gorduras plásticas, e refino com baixas perdas (Arthur et al., 1999).

Os principais parâmetros para determinação da qualidade de óleos são os índices de acidez e de peróxidos, uma vez que indicam a presença de rancidez hidrolítica e oxidativa, respectivamente. São importantes na determinação da qualidade tecnológica dos grãos de soja destinados, principalmente, para a produção de óleo comestível (Ferreira et. al, 2008).

O índice de acidez pode ser influenciado por fatores como maturação dos grãos, estocagem, ação enzimática, qualidade dos grãos e sementes e processo de extração do óleo (por ação mecânica e/ou por solvente) (Cardoso et al., 2010). O índice de acidez está intimamente relacionado com a qualidade da matéria-prima. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio. A decomposição ou rancidez oxidativa dos triacilgliceróis é acelerada por fatores tais como: aquecimento, luz, presença de oxigênio, metais, dentre outros. A rancidez é quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres, sendo frequentemente expressa em gramas do componente ácido principal que, no caso da soja, é o ácido linoléico (Zenebon et al., 2008).

O índice de acidez do óleo de soja varia, naturalmente, entre 0,3 e 0,5% quando os grãos estão em formação até a fase de maturação fisiológica. Quando os grãos estão em condições de colheita (máximo 22% b.u.), inicia-se o processo degradativo, ocasionado por operações inadequadas, até a fase industrial, onde são toleráveis níveis de até 0,7% de ácidos graxos livres. Esses ácidos graxos livres necessitam ser neutralizados em função do nível de tolerância do mercado de óleo de soja ser de, no máximo, 0,05% (O'brien, 2004).

O óleo bruto extraído de grãos pode apresentar alto percentual de ácidos graxos livres devido aos danos qualitativos ocorridos no campo ou durante o armazenamento. Esse parâmetro é monitorado durante todo o processamento do óleo de soja, uma vez que identifica problemas potenciais para os quais podem ser iniciadas ações corretivas. A neutralização da acidez, realizada com produtos alcalinos, implica em custos adicionais ao processo de produção. Estudos mostram 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).

Dependendo do processo e da capacidade da produção industrial, e do nível de acidez do óleo a ser extraído dos grãos de soja, o volume de recursos despendido pela indústria poderá chegar a alguns milhões de dólares anuais para reduzir esta acidez para o nível exigido comercialmente. Ressalta-se que esse custo não se aplica apenas à neutralização dos ácidos, mas também na quantidade de óleo perdido, na quantidade de energia gasta, nos custos de mão-de-obra e encargos sociais, na capacidade de produção, no desgaste e manutenção de equipamentos, além da necessidade de investimentos em máquinas para este fim específico (Lacerda-Filho et al., 2008).

Nas últimas safras, a quantidade de grãos verdes tem aumentado muito, pois condições de estresse por altas temperaturas e seca, insetos - percevejos principalmente - e doenças tem ocasionado a formação de grãos de soja pequenos, enrugados, descoloridos e imaturos, de coloração esverdeada, devido ao alto teor de clorofila presente. Nas situações de déficit hídrico (seca) e altas temperaturas, as plantas de soja suprimem a absorção de nutrientes para o seu desenvolvimento ou morrem antes do amadurecimento completo da semente (Mandarino, 2012). Resumindo, estresses bióticos e abióticos em plantas imaturas resultam em morte prematura ou maturação forçada de plantas, podendo produzir sementes e grãos esverdeados, que resultará numa acentuada redução da qualidade dos grãos e sementes e em severa redução na produtividade da lavoura (França-Neto et al., 2012).

A eliminação da clorofila residual na produção de óleo de soja pode ser realizada utilizando-se “terras diatomáceas” ou montimorilonitas, para efetuar o clareamento do óleo. As “terras” mais efetivas reduzem os valores de peróxido, eliminam a cor esverdeada do óleo e incrementam os tempos de indução. Assim, a etapa de clareamento do óleo elimina os peróxidos e restaura sua estabilidade (Freitas et al., 2001).

As perdas, em valores, que ocorrem devido à presença de grãos verdes, são pouco conhecidas. Sabe-se que o óleo extraído de um volume de grãos com alta porcentagem de grãos verdes terá em sua composição um alto índice de clorofila, e que esse excesso de clorofila no óleo promove o desenvolvimento de oxidações indesejáveis. Quanto maior o teor de clorofila no óleo, maior a quantidade necessária de terras clarificantes para a redução desse pigmento no óleo elevando, conseqüentemente, seu custo de produção (Freitas et al., 2001).

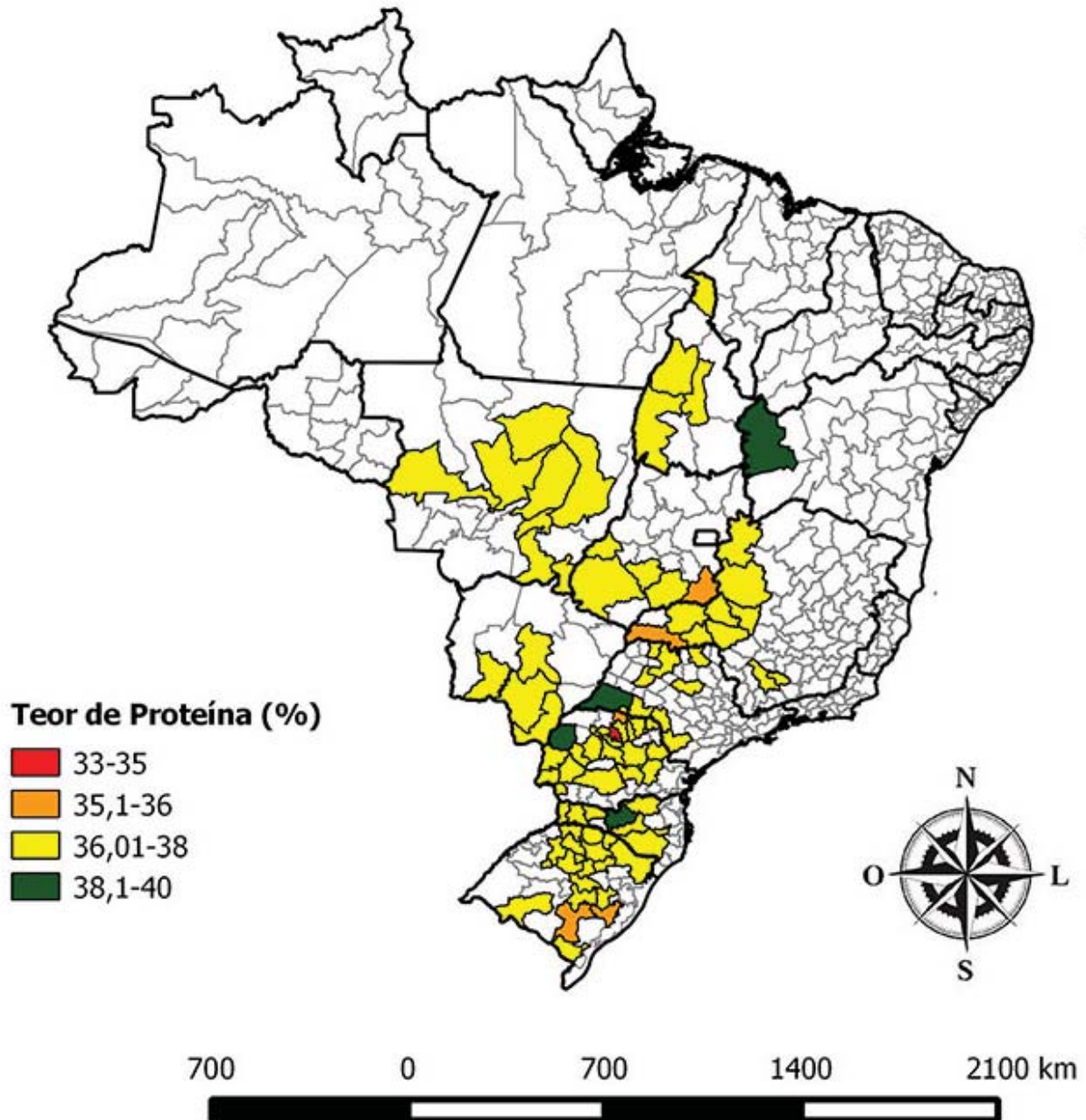
### **Resultados das análises realizadas em amostras de grãos de soja da safra 2016/17**

As determinações dos teores percentuais de proteína, óleo, teor de clorofila e os índices de acidez, nas amostras de grãos de soja foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas da Área de Melhoramento Genético da Embrapa Soja, em Londrina/ PR.

As amostras de grãos de soja da safra 2016/17 foram coletadas em vários municípios pertencentes às diferentes microrregiões dos seguintes Estados: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Bahia e Tocantins. As determinações dos teores de proteína e óleo foram em 903 amostras de grãos de soja. O teor de clorofila e o índice de acidez foram determinados em 452 amostras de grãos de soja.

## Teor de proteína

Os teores porcentuais médios de proteína nas 903 amostras de grãos de soja (Figura 56 e Tabela 38) foram determinados pela técnica da espectroscopia do infravermelho próximo (NIRS), com leituras em quatro curvas diferentes. Os resultados representam a média das quatro leituras e estão expressos em “Base Seca” (B.S.).



**Figura 56.** Teor de proteínas (%) em grãos de soja das diferentes microrregiões dos estados do Brasil, na safra 2016/17. As cores representam a intensidade da característica nas diferentes microrregiões brasileiras.

**Tabela 38.** Teor de proteína (%) em amostras de grãos de soja das diferentes microrregiões dos estados do Brasil, na safra 2016/17.

Estado	Microrregiões-IBGE	Número de Amostras	Média (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
RS	Camaquã	1	35,56	35,56	35,56
RS	Serras de Sudeste	1	35,72	35,72	35,72
RS	Sananduva	8	36,17	37,46	34,47
RS	Não-Me-Toque	13	36,22	37,54	34,88
RS	Vacaria	9	36,35	37,58	35,38
RS	Frederico Westphalen	7	36,37	37,49	35,05
RS	Campanha central	1	36,48	36,48	36,48
RS	Carazinho	25	36,58	38,89	34,89
RS	Passo Fundo	15	36,89	38,11	36,00
RS	Cachoeira do Sul	6	36,90	37,56	35,78
RS	Jaguarão	1	37,01	37,01	37,01
RS	Cruz Alta	27	37,01	38,34	35,22
RS	Santa Cruz do Sul	6	37,03	37,55	36,22
RS	Soledade	9	37,07	38,86	35,93
RS	Ijuí	16	37,11	38,59	34,77
RS	São Jerônimo	1	37,39	37,39	37,39
RS	Erechim	2	37,49	37,90	37,08
RS	Guaporé	2	37,88	38,51	37,25
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>150</b>	<b>36,75</b>	<b>38,89</b>	<b>34,47</b>
SC	Chapecó	10	36,13	37,23	34,15
SC	São Miguel do Oeste	6	36,38	37,97	34,68
SC	Xanxerê	9	37,07	38,27	36,58
SC	Ituporanga	1	37,23	37,23	37,23
SC	Canoinhas	6	37,29	38,18	36,48
SC	Campos de Lages	10	37,50	38,49	36,60
SC	Curitibanos	15	37,71	40,14	35,28
SC	Joaçaba	2	38,39	39,68	37,09
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>59</b>	<b>37,15</b>	<b>40,14</b>	<b>34,15</b>
PR	Apucarana	2	34,95	35,09	34,80
PR	Porecatu	3	35,81	35,98	35,59
PR	Capanema	2	36,05	37,77	34,32
PR	Cornélio Procópio	6	36,10	37,74	34,66
PR	Ponta Grossa	15	36,21	37,54	34,66

Continua...

Tabela 38. Continuação.

PR	Cascavel	16	36,30	38,12	34,95
PR	Campo Mourão	13	36,34	37,38	35,40
PR	Goioerê	22	36,44	38,68	34,34
PR	Jacarezinho	3	36,47	37,39	35,38
PR	Londrina	3	36,52	37,02	35,87
PR	Assaí	5	36,62	37,92	34,18
PR	Maringá	6	36,67	39,69	33,89
PR	Prudentópolis	2	36,76	37,97	35,55
PR	Ivaiporã	7	36,93	38,39	34,93
PR	Faxinal	4	36,99	38,76	34,64
PR	Toledo	26	37,03	38,74	33,85
PR	Floraí	11	37,14	38,82	35,24
PR	Jaguariaíva	10	37,33	38,16	36,28
PR	Foz do Iguaçu	9	37,36	40,18	34,67
PR	Telêmaco Borba	3	37,64	37,95	37,26
PR	Guarapuava	10	37,72	38,78	35,49
PR	Umuarama	2	38,32	39,57	37,07
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>180</b>	<b>36,74</b>	<b>40,18</b>	<b>33,85</b>
SP	Birigui	2	37,14	37,85	36,44
SP	Votuporanga	5	37,36	39,82	35,37
SP	Itapeva	25	37,45	38,61	35,40
SP	São Joaquim da Barra	9	37,58	40,32	35,08
SP	Assis	6	37,65	39,97	36,05
SP	São José do Rio Preto	2	37,67	39,42	35,92
SP	Araraquara	2	37,78	38,17	37,39
SP	Ourinhos	1	38,08	38,08	38,08
SP	Presidente Prudente	1	39,33	39,33	39,33
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>53</b>	<b>37,54</b>	<b>40,32</b>	<b>35,08</b>
MS	Dourados	37	37,34	39,41	35,10
MS	Iguatemi	18	37,44	39,31	35,26
MS	Campo Grande	2	37,66	38,46	36,85
MS	Bodoquena	1	37,66	37,66	37,66
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>58</b>	<b>37,39</b>	<b>39,41</b>	<b>35,10</b>
MT	Alto Teles Pires	38	36,26	39,02	32,30
MT	Parecis	7	36,70	37,57	35,89

Continua...

**Tabela 38.** Continuação.

MT	Sinop	35	36,72	38,40	34,81
MT	Canarana	25	36,72	41,35	32,96
MT	Paranatinga	6	37,32	38,87	35,42
MT	Alto Araguaia	7	37,37	39,12	34,78
MT	Rondonópolis	15	37,68	39,90	35,64
MT	Primavera do Leste	15	37,73	40,68	35,79
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>148</b>	<b>36,86</b>	<b>41,35</b>	<b>32,30</b>
GO	Catalão	15	35,96	37,51	32,66
GO	Meia Ponte	20	36,56	38,21	35,03
GO	Sudoeste de Goiás	70	36,90	38,97	33,95
GO	Vale do Rio dos Bois	24	36,92	38,68	34,68
GO	Aragarças	4	37,99	38,68	37,55
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>133</b>	<b>36,78</b>	<b>38,97</b>	<b>32,66</b>
MG	Frutal	1	35,35	35,35	35,35
MG	Araxá	1	36,72	36,72	36,72
MG	Varginha	2	36,83	36,89	36,77
MG	Patrocínio	18	36,98	38,77	35,80
MG	Lavras	3	37,09	38,58	36,06
MG	Uberaba	18	37,12	39,66	32,03
MG	Unai	6	37,32	38,44	36,17
MG	Uberlândia	1	37,32	37,32	37,32
MG	Patos de Minas	6	37,48	38,14	36,92
MG	Paracatu	3	38,01	38,94	37,18
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>59</b>	<b>37,13</b>	<b>39,66</b>	<b>32,03</b>
BA	Barreiras	55	38,16	41,15	35,57
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>55</b>	<b>38,16</b>	<b>41,15</b>	<b>35,57</b>
TO	Miracema do Tocantins	1	36,09	36,09	36,09
TO	Porto Nacional	2	36,64	37,55	35,73
TO	Bico do Papagaio	1	36,76	36,76	36,76
TO	Rio Formoso	4	37,41	38,08	36,12
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>8</b>	<b>36,97</b>	<b>38,08</b>	<b>35,73</b>
<b>T/Média/Máximo/Mínimo-Nacional</b>		<b>903</b>	<b>37,00</b>	<b>41,35</b>	<b>32,03</b>

Com relação ao teor porcentual médio de proteínas houve variação entre as microrregiões dos Estados (Tabela 38). Os teores porcentuais médios de proteína encontrados para os grãos foram inferiores àqueles encontrados para as sementes nos Estados (RS, SC, PR, MT e TO), semelhantes (SP, MS, GO) e superiores (MG e BA). Os teores porcentuais médios de proteína para os Estados foi o seguinte: Rio Grande do Sul (36,75%), Santa Catarina (37,15%), Paraná (36,74%), São Paulo (37,54%), Mato Grosso do Sul (37,39%), Mato Grosso (36,86%), Goiás (36,78%). Minas Gerais (37,13%), Bahia (38,16%), Tocantins (36,97%). Em cinco dos 10 Estados onde as amostras de grãos foram coletadas os teores porcentuais médios de proteínas foram superiores a 37%, as exceções foram os Estados do Rio Grande do Sul onde o teor médio de proteína foi de 36,75%, semelhante ao teor médio da safra passada (36,38%); Paraná onde o teor médio de proteína foi de 36,74%, também semelhante ao teor médio da safra passada (36,52%); Mato Grosso onde o teor médio de proteína foi de 36,86%, entretanto inferior ao teor médio da safra passada (37,38%); Goiás onde o teor médio de proteína foi de 36,76%, semelhante ao teor médio da safra passada (36,69%) e Tocantins onde o teor médio de proteína foi de 36,97%, inferior ao teor médio da safra passada (37,87%). O teor porcentual médio de proteína mais alto foi encontrado no Estado da Bahia (38,16%).

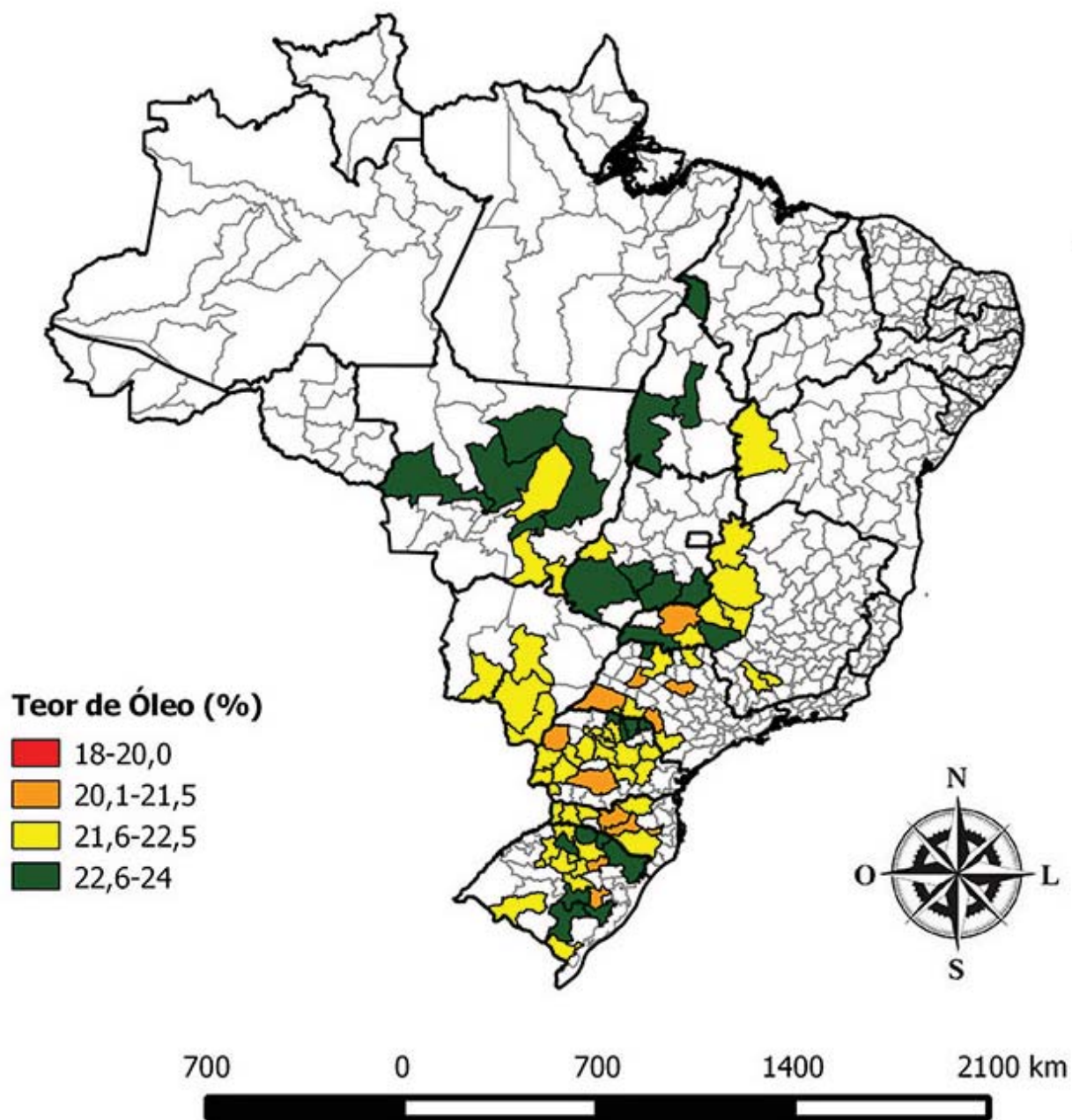
Os valores mínimos para o teor porcentual de proteína foram 34,47% no Rio Grande do Sul, 34,15% em Santa Catarina, 33,85% no Paraná, 35,08% em São Paulo, 35,10% no Mato Grosso do Sul, 32,30% no Mato Grosso, 32,66% em Goiás, 32,03% em Minas Gerais, 35,57% na Bahia e 35,73% no Tocantins. Os valores máximos ficaram acima dos 38% sendo que os maiores valores encontrados para cada Estado foram os seguintes: 38,08% (TO), 38,89% (RS), 38,97% (GO), 39,41% (MS), 39,66% (MG), 40,14% (SC), 40,18% (PR), 40,32% (SP), 41,15% (BA) e 41,35% (MT). Assim sendo, os maiores teores porcentuais médios de proteína foram encontrados nos Estados da Bahia e Mato Grosso, respectivamente. Para o Brasil o teor médio porcentual de proteína nas amostras de grãos de soja foi de 37,00%, sendo 41,35% o maior valor e 32,03% o menor valor (Tabela 38).

Analisando-se os dados de teor porcentual médio de proteínas nos grãos colhidos nessa safra 2016/17, os teores apresentam um bom padrão para a indústria de produção de farelo desengordurado, destinado à fabricação de rações, uma vez que a maioria dos valores, de modo geral, ficaram num intervalo entre 36 e 38%.

### **Teor de óleo**

Os teores porcentuais médios de óleo nas 903 amostras de grãos de soja (Figura 57 e Tabela 39) foram determinados pela técnica da espectroscopia do infravermelho próximo (NIRS), com leituras em quatro curvas diferentes. Os resultados representam a média das quatro leituras e estão expressos em “Base Seca” (B.S.).





**Figura 57.** Teor de óleo (%) em amostras de grãos das diferentes microrregiões dos estados do Brasil, na safra 2016/17. As cores representam a intensidade da característica nas diferentes microrregiões brasileiras.

**Tabela 39.** Teor de óleo (%) em amostras de grãos de soja das diferentes microrregiões dos estados do Brasil, na safra 2016/17.

Estado	Microrregiões-IBGE	Número de Amostras	Média (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
RS	São Jerônimo	1	21,37	21,37	21,37
RS	Guaporé	2	21,54	22,59	20,50
RS	Jaguarão	1	21,89	21,89	21,89
RS	Soledade	9	21,93	22,94	20,81
RS	Ijuí	16	21,95	23,38	20,89
RS	Santa Cruz do Sul	6	22,03	22,61	21,57
RS	Cruz Alta	27	22,18	23,57	20,35
RS	Frederico Westphalen	7	22,39	23,86	21,45
RS	Passo Fundo	15	22,43	23,68	21,62
RS	Campanha central	1	22,54	22,54	22,54
RS	Não-Me-Toque	13	22,56	24,28	21,10
RS	Erechim	2	22,60	23,01	22,18
RS	Carazinho	25	22,64	24,27	20,90
RS	Cachoeira do Sul	6	22,69	23,17	22,13
RS	Vacaria	9	22,73	23,96	22,06
RS	Serras de Sudeste	1	22,77	22,77	22,77
RS	Camaquã	1	23,14	23,14	23,14
RS	Sananduva	8	23,34	24,49	22,70
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>150</b>	<b>22,39</b>	<b>24,49</b>	<b>20,35</b>
SC	Ituporanga	1	20,47	20,47	20,47
SC	Joaçaba	2	20,86	21,99	19,73
SC	Curitibanos	15	21,45	22,61	20,03
SC	Xanxerê	9	21,67	22,74	20,64
SC	Campos de Lages	10	22,03	23,38	21,05
SC	São Miguel do Oeste	6	22,06	22,95	21,33
SC	Canoinhas	6	22,39	22,69	21,95
SC	Chapecó	10	22,45	23,49	21,33
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>59</b>	<b>21,87</b>	<b>23,49</b>	<b>19,73</b>
PR	Guarapuava	10	20,45	21,84	19,56
PR	Umuarama	2	21,41	22,19	20,64
PR	Faxinal	4	21,70	22,66	21,15
PR	Campo Mourão	13	21,73	22,72	19,67
PR	Telêmaco Borba	3	21,92	22,16	21,62

Continua...

**Tabela 39.** Continuação.

PR	Foz do Iguaçu	9	21,94	23,10	20,20
PR	Toledo	26	22,09	24,24	21,07
PR	Goioerê	22	22,23	23,65	20,17
PR	Capanema	2	22,27	22,55	21,98
PR	Ponta Grossa	15	22,27	23,53	21,17
PR	Floraí	11	22,31	23,23	21,08
PR	Prudentópolis	2	22,33	22,36	22,29
PR	Ivaiporã	7	22,33	23,54	21,47
PR	Apucarana	2	22,44	22,54	22,33
PR	Maringá	6	22,44	24,10	21,52
PR	Londrina	3	22,53	22,99	21,82
PR	Jaguariaíva	10	22,56	23,24	21,63
PR	Cascavel	16	22,59	23,92	21,25
PR	Cornélio Procopio	6	22,65	22,95	22,18
PR	Assaí	5	22,86	23,44	22,09
PR	Jacarezinho	3	22,94	23,24	22,62
PR	Porecatu	3	22,99	23,50	21,99
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>180</b>	<b>22,17</b>	<b>24,24</b>	<b>19,56</b>
SP	Presidente Prudente	1	20,14	20,14	20,14
SP	Ourinhos	1	21,39	21,39	21,39
SP	Birigui	2	21,42	21,80	21,04
SP	Araraquara	2	21,46	21,94	20,98
SP	Assis	6	22,14	23,28	21,26
SP	Itapeva	25	22,15	23,21	20,73
SP	São Joaquim da Barra	9	22,39	23,51	20,65
SP	São José do Rio Preto	2	22,49	22,81	22,18
SP	Votuporanga	5	23,17	24,06	21,83
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>53</b>	<b>22,19</b>	<b>24,06</b>	<b>20,14</b>
MS	Campo Grande	2	21,97	22,31	21,62
MS	Iguatemi	18	22,13	23,55	20,97
MS	Dourados	37	22,18	23,82	20,75
MS	Bodoquena	1	22,21	22,21	22,21
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>58</b>	<b>22,15</b>	<b>23,82</b>	<b>20,75</b>
MT	Alto Araguaia	7	22,28	23,95	21,19
MT	Rondonópolis	15	22,43	23,61	20,81

Continua...

Tabela 39. Continuação.

MT	Paranatinga	6	22,52	23,87	21,88
MT	Primavera do Leste	15	22,63	24,19	21,48
MT	Alto Teles Pires	38	22,98	24,50	21,62
MT	Canarana	25	23,19	25,51	19,15
MT	Sinop	35	23,21	24,92	22,09
MT	Parecis	7	23,25	24,53	22,37
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>148</b>	<b>22,94</b>	<b>25,51</b>	<b>19,15</b>
GO	Aragarças	4	22,39	22,79	22,21
GO	Vale do Rio dos Bois	24	22,64	23,90	21,21
GO	Sudoeste de Goiás	70	22,66	24,70	21,27
GO	Catalão	15	22,70	23,79	20,97
GO	Meia Ponte	20	22,88	23,81	21,68
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>133</b>	<b>22,68</b>	<b>24,70</b>	<b>20,97</b>
MG	Uberlândia	1	21,37	21,37	21,37
MG	Lavras	3	21,83	22,79	20,74
MG	Paracatu	3	22,02	22,53	21,34
MG	Unai	6	22,14	22,96	21,32
MG	Patos de Minas	6	22,19	23,15	21,30
MG	Uberaba	18	22,22	25,73	20,55
MG	Varginha	2	22,28	22,68	21,88
MG	Patrocínio	18	22,51	23,57	21,37
MG	Araxá	1	22,61	22,61	22,61
MG	Frutal	1	22,71	22,71	22,71
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>59</b>	<b>22,27</b>	<b>25,73</b>	<b>20,55</b>
BA	Barreiras	55	22,38	24,32	20,65
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>55</b>	<b>22,38</b>	<b>24,32</b>	<b>20,65</b>
TO	Porto Nacional	2	22,87	22,91	22,84
TO	Bico do Papagaio	1	23,03	23,03	23,03
TO	Rio Formoso	4	23,35	24,02	22,20
TO	Miracema do Tocantins	1	24,63	24,63	24,63
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>8</b>	<b>23,35</b>	<b>24,63</b>	<b>22,20</b>
<b>T/Média/Máximo/Mínimo-Nacional</b>		<b>903</b>	<b>22,42</b>	<b>25,73</b>	<b>19,15</b>

Com relação ao teor porcentual médio de óleo nos grãos houve variação entre as microrregiões dos Estados (Tabela 39), e os teores porcentuais médios encontrados foram semelhantes àqueles determinados para sementes, apresentando os seguintes valores para essa safra: Rio Grande do Sul (22,39%), Santa Catarina (21,87%), Paraná (22,17%), São Paulo (22,19%), Mato Grosso do Sul (22,15%), Mato Grosso (22,94%), Goiás (22,68%). Minas Gerais (22,27%), Bahia (22,38%), Tocantins (23,35%). Em nove dos 10 Estados onde as amostras de grãos foram coletadas os teores porcentuais médios de óleo foram superiores a 22%, com exceção do Estado de Santa Catarina, onde o teor médio de óleo foi de 21,87%, semelhante ao da safra passada (21,49%). O teor porcentual médio de óleo mais alto foi encontrado no Estado do Tocantins (23,35%). Com relação à safra passada (2015/16) houve um aumento no teor médio porcentual de óleo nos grãos plantados nos Estados do Paraná, São Paulo e Tocantins, para os demais estados os teores médios encontrados nessa safra foram muito semelhantes aos da safra passada (2015/16) (Lorini, 2017). Os valores mínimos para o teor porcentual de óleo ficaram acima dos 19% e foram encontrados numa microrregião do Estado de Mato Grosso (19,15%), duas microrregiões do Estado do Paraná (19,56% e 19,67%) e uma microrregião do Estado de Santa Catarina (19,73%). Os valores máximos ficaram acima dos 24%, sendo que os maiores valores foram encontrados nos Estados de Mato Grosso (25,51%) e Minas Gerais (25,73%), a exceção foram os Estados de Santa Catarina e Mato Grosso do Sul onde esses valores máximos foram de 23,49% e 23,82%, respectivamente. Para o Brasil o teor médio porcentual de óleo nas amostras de grãos de soja foi de 22,42%, sendo 25,73% o maior valor e 19,15% o menor valor (Tabela 39).

Analisando-se os dados de teor porcentual médio de óleo nos grãos colhidos nessa safra de 2016/2017 os teores apresentam um excelente padrão para a indústria e extração e produção de óleos vegetais, uma vez que os valores, de modo geral ficaram acima dos 22%.

### Acidez do óleo

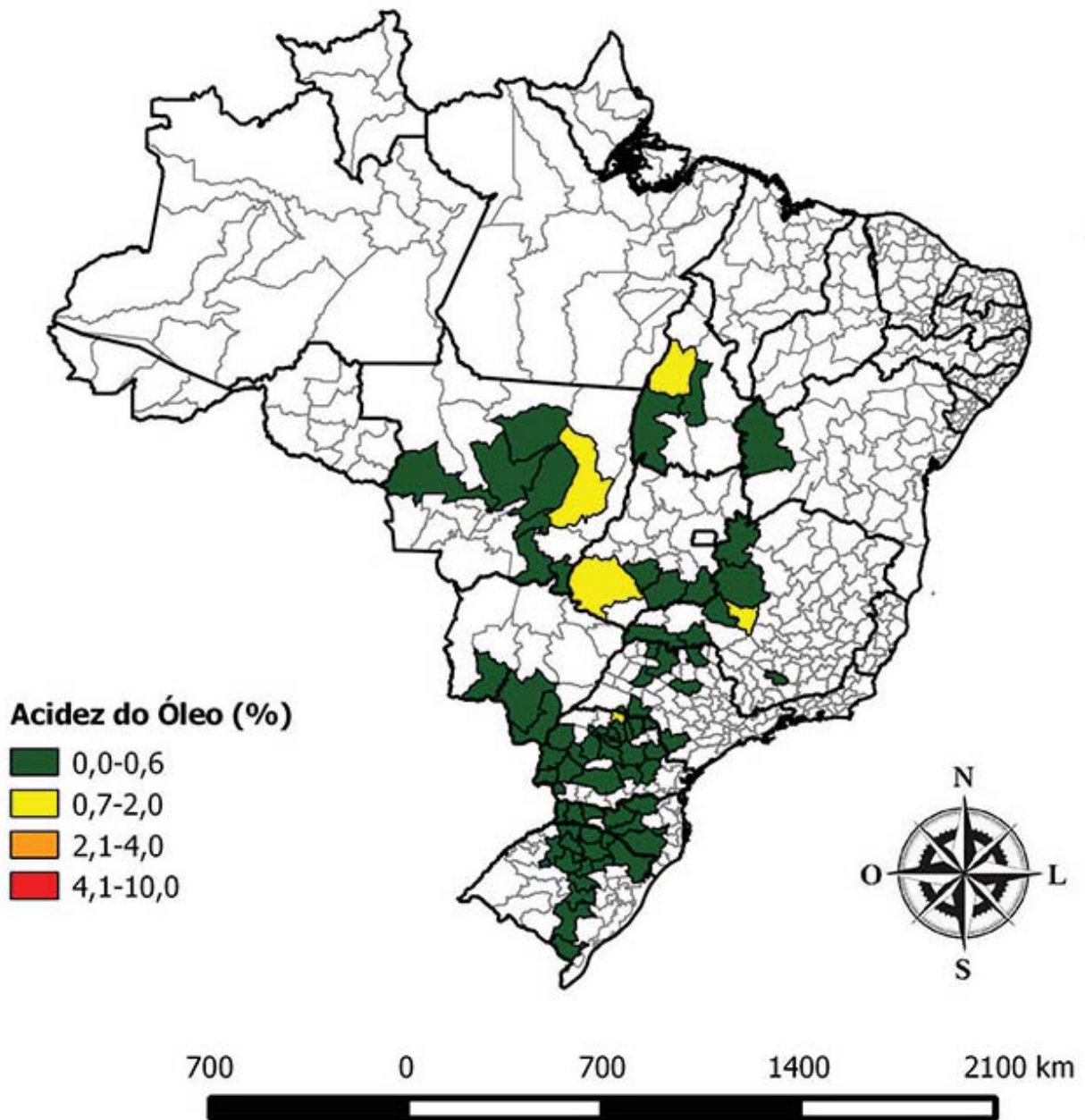
A acidez do óleo (Figura 58 e Tabela 40) foi determinada utilizando o Método Oficial AOCS Ac5-41. Para cada amostra, 25g de grãos de soja moídos finamente foram adicionados a 50 mL de n-hexano. A extração do óleo ocorreu durante 1h, sob agitação constante e moderada, em agitador magnético de bancada. Após a extração, o sobrenadante foi filtrado (papel filtro quantitativo), sendo o líquido coletado para redução e evaporação do solvente. O béquer contendo o óleo foi mantido em estufa a 100°C durante 30 minutos para completa secagem do solvente, e o óleo obtido foi colocado em tubos para posterior quantificação da acidez. Para a quantificação, 1,5g do óleo extraído de cada amostra foram adicionados a 15 mL de álcool etílico 95%, pH neutro, 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 (Firestone, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem. Para o cálculo do teor de acidez utilizou-se a seguinte fórmula:

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

onde:

G = volume gasto de NaOH 0,1M na titulação, já descontado o volume da prova em branco

MA = massa do óleo utilizada na titulação



**Figura 58.** Índices de acidez do óleo (%) nas amostras de grãos de soja das diferentes microrregiões dos estados do Brasil, na safra 2016/17. As cores representam a intensidade da característica nas diferentes microrregiões brasileiras.

**Tabela 40.** Índice de acidez do óleo (%) em amostras de grãos de soja das diferentes microrregiões dos estados do Brasil, na safra 2016/17.

Estado	Microrregiões-IBGE	Número de Amostras	Média (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
RS	Jaguarão	1	0,27	0,27	0,27
RS	Sananduva	4	0,27	0,32	0,24
RS	Passo Fundo	8	0,27	0,36	0,18
RS	Ijuí	8	0,32	0,43	0,26
RS	Não-Me-Toque	6	0,32	0,52	0,25
RS	Guaporé	1	0,34	0,34	0,34
RS	Carazinho	13	0,38	0,62	0,25
RS	Vacaria	4	0,39	0,61	0,25
RS	Serras de Sudeste	1	0,40	0,40	0,40
RS	Soledade	4	0,40	0,50	0,30
RS	Cachoeira do Sul	3	0,44	0,55	0,37
RS	Erechim	1	0,46	0,46	0,46
RS	Santa Cruz do Sul	4	0,46	0,65	0,35
RS	Cruz Alta	14	0,58	1,61	0,24
RS	Frederico Westphalen	3	0,62	0,73	0,43
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>75</b>	<b>0,40</b>	<b>1,61</b>	<b>0,18</b>
SC	Ituporanga	1	0,22	0,22	0,22
SC	Canoinhas	3	0,26	0,27	0,25
SC	Campos de Lages	4	0,30	0,35	0,23
SC	Curitibanos	8	0,31	0,60	0,23
SC	São Miguel do Oeste	2	0,32	0,34	0,30
SC	Joaçaba	1	0,36	0,36	0,36
SC	Chapecó	5	0,43	0,53	0,33
SC	Xanxerê	5	0,48	0,82	0,32
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>29</b>	<b>0,35</b>	<b>0,82</b>	<b>0,22</b>
PR	Jaguariaíva	5	0,21	0,28	0,18
PR	Guarapuava	5	0,22	0,25	0,19
PR	Telêmaco Borba	2	0,23	0,23	0,22
PR	Prudentópolis	1	0,24	0,24	0,24
PR	Jacarezinho	2	0,25	0,29	0,20
PR	Ponta Grossa	7	0,30	0,48	0,21
PR	Campo Mourão	6	0,30	0,44	0,24

Continua...

Tabela 39. Continuação.

PR	Assaí	2	0,34	0,36	0,32
PR	Ivaiporã	2	0,35	0,37	0,33
PR	Toledo	12	0,36	0,64	0,22
PR	Capanema	1	0,40	0,40	0,40
PR	Cornélio Procópio	3	0,42	0,58	0,31
PR	Foz do Iguaçu	6	0,43	0,81	0,24
PR	Cascavel	8	0,43	0,55	0,28
PR	Umuarama	1	0,43	0,43	0,43
PR	Goioerê	12	0,45	1,44	0,24
PR	Floraí	6	0,49	0,70	0,27
PR	Maringá	4	0,50	0,59	0,40
PR	Faxinal	2	0,59	0,75	0,43
PR	Londrina	2	0,60	0,71	0,50
PR	Apucarana	1	0,68	0,68	0,68
PR	Porecatu	1	0,89	0,89	0,89
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>91</b>	<b>0,39</b>	<b>1,44</b>	<b>0,18</b>
SP	São Joaquim da Barra	5	0,24	0,29	0,19
SP	São José do Rio Preto	1	0,25	0,25	0,25
SP	Votuporanga	2	0,28	0,32	0,23
SP	Araraquara	1	0,29	0,29	0,29
SP	Birigui	1	0,41	0,41	0,41
SP	Assis	4	0,41	0,55	0,28
SP	Itapeva	12	0,44	1,82	0,19
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>26</b>	<b>0,37</b>	<b>1,82</b>	<b>0,19</b>
MS	Bodoquena	1	0,19	0,19	0,19
MS	Iguatemi	8	0,29	0,46	0,10
MS	Dourados	20	0,37	0,52	0,24
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>29</b>	<b>0,34</b>	<b>0,52</b>	<b>0,10</b>
MT	Primavera do Leste	7	0,29	0,58	0,19
MT	Paranatinga	3	0,33	0,57	0,19
MT	Parecis	4	0,47	0,52	0,35
MT	Sinop	17	0,54	1,20	0,26
MT	Alto Teles Pires	19	0,57	0,99	0,24
MT	Alto Araguaia	3	0,63	1,20	0,29

Continua...



**Tabela 39.** Continuação.

MT	Rondonópolis	8	0,66	1,69	0,32
MT	Canarana	13	0,78	1,23	0,23
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>74</b>	<b>0,57</b>	<b>1,69</b>	<b>0,19</b>
GO	Catalão	7	0,53	0,80	0,34
GO	Meia Ponte	10	0,58	1,03	0,35
GO	Vale do Rio dos Bois	14	0,67	1,05	0,23
GO	Sudoeste de Goiás	36	0,86	3,13	0,29
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>67</b>	<b>0,74</b>	<b>3,13</b>	<b>0,23</b>
MG	Patrocínio	9	0,26	0,32	0,20
MG	Lavras	2	0,31	0,37	0,24
MG	Uberaba	9	0,33	0,91	0,15
MG	Frutal	1	0,53	0,53	0,53
MG	Unai	4	0,55	0,83	0,27
MG	Paracatu	1	0,65	0,65	0,65
MG	Patos de Minas	3	0,72	1,47	0,28
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>29</b>	<b>0,40</b>	<b>1,47</b>	<b>0,15</b>
BA	Barreiras	28	0,35	0,73	0,12
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>28</b>	<b>0,35</b>	<b>0,73</b>	<b>0,12</b>
TO	Rio Formoso	2	0,42	0,51	0,34
TO	Porto Nacional	1	0,45	0,45	0,45
TO	Miracema do Tocantins	1	1,81	1,81	1,81
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>4</b>	<b>0,78</b>	<b>1,81</b>	<b>0,34</b>
<b>T/Média/Máximo/Mínimo-Nacional</b>		<b>452</b>	<b>0,47</b>	<b>3,13</b>	<b>0,10</b>

As maiores médias de índice de acidez na safra 2016/17 ocorreram nos estados de Tocantins (0,78%) e Goiás (0,74%). Entretanto a soja colhida na safra 2016/17, em todos os Estados brasileiros, apresentaram uma média de índice de acidez bem baixa, sendo que as condições climáticas nessa safra, em todo o Brasil, pode ter favorecido a qualidade do óleo nos grãos. Os teores médios de acidez das amostras de todos os Estados brasileiros ficaram abaixo ou próximos do índice de acidez de 0,7%, que a indústria preconiza para o índice ótimo de acidez no óleo do grão de soja (Tabela 40).

O teor médio de índice de acidez no Brasil na safra 2016/17 foi de 0,47%, bem mais baixo que da safra 2015/16 (0,94%) (Oliveira et al., 2017a), e muito mais baixo que da safra 2014/15 (2,24%) (Oliveira et al., 2017a).

Assim sendo, tanto nas safras 2015/16 (Oliveira et al., 2017a) como na 2016/17, todos os estados da federação apresentaram índices médios inferiores a 2%, que é o índice máximo que a Resolução RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999 preconiza. Entretanto a mesma foi revogada pela Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005, que não apresenta mais um índice máximo para óleo de soja bruto.

## Teor de clorofila

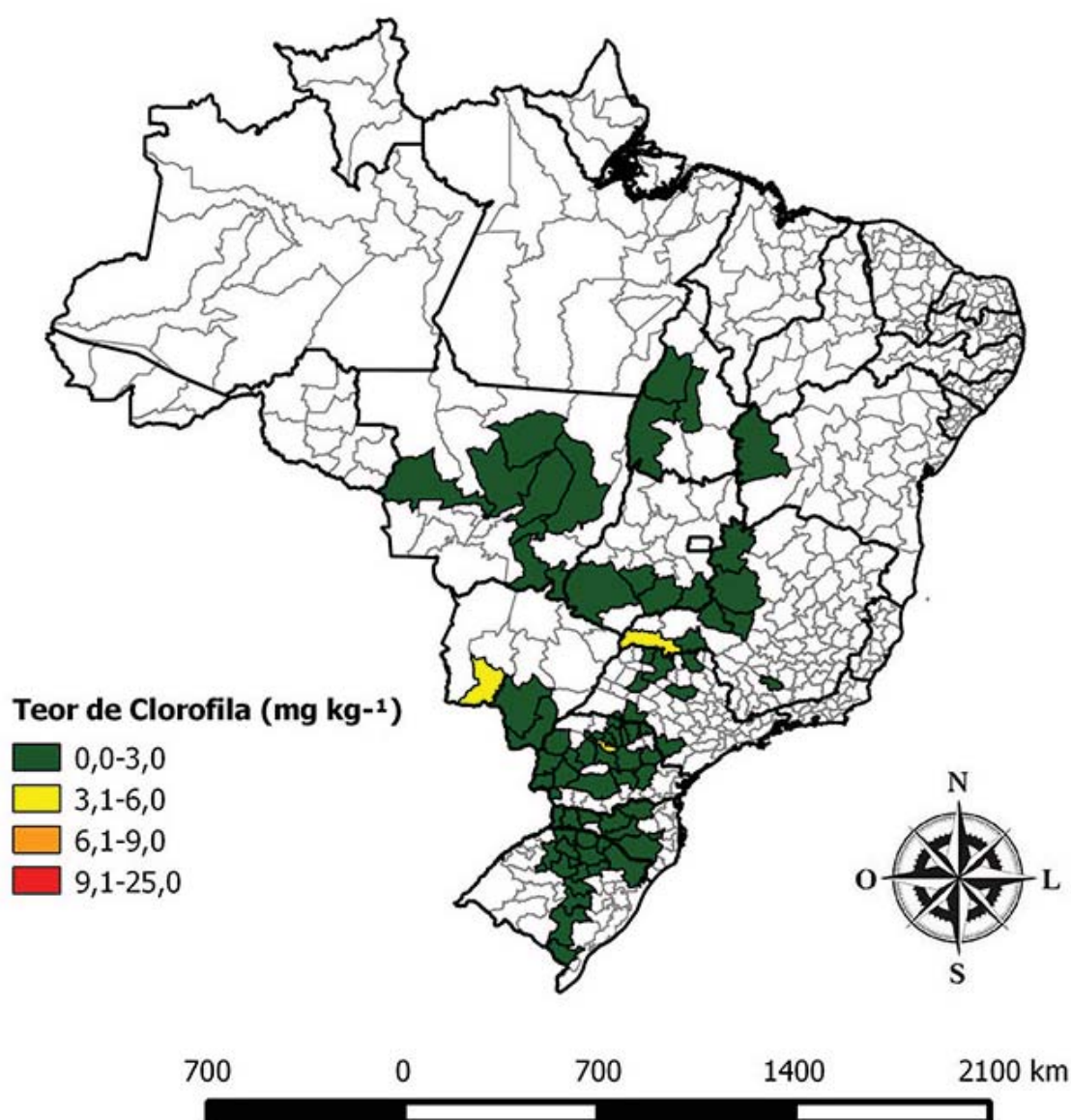
Os teores de clorofila total (Figura 59 e Tabela 41) nas amostras de grãos de soja foram determinados através do método descrito por Arnon (1949) com adaptações de Pádua (2007) e resultados expressos em mg de clorofila.kg<sup>-1</sup> de amostra, ou seja, em ppm. 3g de soja moída finamente foram adicionados a 15 mL de uma solução de acetona 80% em água, em tubos plásticos recobertos com filme de alumínio, para evitar a incidência de luz. A amostra foi submetida à homogeneização em agitador vórtex a cada 15 minutos, totalizando 1 hora de tratamento. O material nos tubos foi filtrado (papel quantitativo), sendo o filtrado colocado em recipiente escuro até leitura em espectrofotômetro de absorção UV-VIS, nos comprimentos de onda 645 nm e 663 nm.

Para o cálculo do teor de clorofila total foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{CLOROFILA TOTAL (mg.kg}^{-1}\text{)} = [(20,2 \times \text{Abs645}) + (8,02 \times \text{Abs663})] \times \text{FC}$$

Onde: ABS = absorbância no comprimento de onda especificado

$$\text{FC} = \text{fator de correção} = 15\text{mL} / 3\text{g} = 5$$



**Figura 59.** Teores de clorofila (mg.kg<sup>-1</sup>) nas amostras de grãos de soja das diferentes microrregiões dos estados do Brasil, na safra 2016/17. As cores representam a intensidade da característica nas diferentes microrregiões brasileiras.

**Tabela 41.** Teores de clorofila ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) em amostras de grãos de soja das diferentes microrregiões dos estados do Brasil, na safra 2016/17.

Estado	Microrregiões-IBGE	Número de Amostras	Média (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
RS	Guaporé	1	0,04	0,04	0,04
RS	Vacaria	4	0,07	0,16	0,00
RS	Passo Fundo	8	0,09	0,64	0,00
RS	Carazinho	13	0,20	0,76	0,00
RS	Serras de Sudeste	1	0,22	0,22	0,22
RS	Soledade	4	0,35	0,71	0,00
RS	Cachoeira do Sul	3	0,39	0,52	0,32
RS	Frederico Westphalen	3	0,43	0,64	0,00
RS	Não-Me-Toque	6	0,64	1,73	0,00
RS	Santa Cruz do Sul	4	0,77	1,13	0,28
RS	Sananduva	4	0,83	1,67	0,00
RS	Ijuí	8	0,91	3,73	0,00
RS	Jaguarão	1	0,93	0,93	0,93
RS	Cruz Alta	14	0,93	5,61	0,00
RS	Erechim	1	0,95	0,95	0,95
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>75</b>	<b>0,53</b>	<b>5,61</b>	<b>0,00</b>
SC	Joaçaba	1	0,28	0,28	0,28
SC	Ituporanga	1	0,32	0,32	0,32
SC	São Miguel do Oeste	2	0,39	0,64	0,14
SC	Canoinhas	3	0,60	0,93	0,28
SC	Curitibanos	8	0,69	2,16	0,14
SC	Campos de Lages	4	1,00	1,33	0,46
SC	Xanxerê	5	1,10	1,71	0,36
SC	Chapecó	5	1,18	1,73	0,54
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>29</b>	<b>0,83</b>	<b>2,16</b>	<b>0,14</b>
PR	Umuarama	1	0,22	0,22	0,22
PR	Prudentópolis	1	0,46	0,46	0,46
PR	Ponta Grossa	7	0,49	1,11	0,28
PR	Guarapuava	5	0,59	0,99	0,28
PR	Jaguariaíva	5	0,63	1,51	0,18
PR	Telêmaco Borba	2	0,93	1,15	0,71
PR	Apucarana	1	1,19	1,19	1,19
PR	Capanema	1	1,21	1,21	1,21
PR	Goioerê	12	1,27	4,15	0,26

Continua...

Tabela 41. Continuação.

PR	Campo Mourão	6	1,29	3,75	0,08
PR	Cascavel	8	1,40	3,59	0,32
PR	Toledo	12	1,70	2,56	0,79
PR	Jacarezinho	2	1,70	2,70	0,71
PR	Foz do Iguaçu	6	2,24	5,38	1,01
PR	Maringá	4	2,31	3,51	1,05
PR	Cornélio Procópio	3	2,31	4,43	0,64
PR	Porecatu	1	2,58	2,58	2,58
PR	Assaí	2	2,69	3,26	2,12
PR	Ivaiporã	2	2,70	3,08	2,32
PR	Londrina	2	2,73	4,01	1,45
PR	Floraí	6	2,80	4,23	2,05
PR	Faxinal	2	3,30	4,07	2,54
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>91</b>	<b>1,59</b>	<b>5,38</b>	<b>0,08</b>
SP	Itapeva	12	0,51	0,75	0,18
SP	São Joaquim da Barra	5	0,96	1,77	0,42
SP	Votuporanga	2	1,11	1,35	0,87
SP	Assis	4	1,16	2,80	0,32
SP	Birigui	1	1,41	1,41	1,41
SP	São José do Rio Preto	1	1,43	1,43	1,43
SP	Araraquara	1	1,87	1,87	1,87
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>26</b>	<b>0,87</b>	<b>2,80</b>	<b>0,18</b>
MS	Dourados	20	1,33	3,10	0,18
MS	Iguatemi	8	2,42	5,46	1,03
MS	Bodoquena	1	3,11	3,11	3,11
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>29</b>	<b>1,69</b>	<b>5,46</b>	<b>0,18</b>
MT	Sinop	17	0,36	0,83	0,00
MT	Alto Araguaia	3	0,41	0,83	0,00
MT	Primavera do Leste	7	0,53	0,75	0,32
MT	Paranatinga	3	0,55	0,68	0,32
MT	Parecis	4	0,57	1,05	0,08
MT	Canarana	13	0,59	1,11	0,04
MT	Rondonópolis	8	0,62	1,01	0,18
MT	Alto Teles Pires	19	0,71	4,52	0,00
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>74</b>	<b>0,56</b>	<b>4,52</b>	<b>0,00</b>

Continua...

**Tabela 41.** Continuação.

GO	Sudoeste de Goiás	36	0,48	1,33	0,00
GO	Meia Ponte	10	0,56	0,93	0,00
GO	Vale do Rio dos Bois	14	0,59	1,61	0,04
GO	Catalão	7	0,71	1,17	0,26
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>67</b>	<b>0,54</b>	<b>1,61</b>	<b>0,00</b>
MG	Paracatu	1	0,08	0,08	0,08
MG	Unai	4	0,34	0,58	0,14
MG	Patrocínio	9	0,41	0,87	0,12
MG	Patos de Minas	3	0,69	1,86	0,00
MG	Uberaba	9	1,18	3,81	0,14
MG	Lavras	2	1,49	2,70	0,28
MG	Frutal	1	3,16	3,16	3,16
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>29</b>	<b>0,83</b>	<b>3,81</b>	<b>0,00</b>
BA	Barreiras	28	0,84	1,87	0,00
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>28</b>	<b>0,84</b>	<b>1,87</b>	<b>0,00</b>
TO	Porto Nacional	1	0,46	0,46	0,46
TO	Rio Formoso	2	0,71	1,09	0,32
TO	Miracema do Tocantins	1	1,03	1,03	1,03
<b>T/Média/Máximo/Mínimo do Estado</b>		<b>4</b>	<b>0,73</b>	<b>1,09</b>	<b>0,32</b>
<b>T/Média/Máximo/Mínimo-Nacional</b>		<b>452</b>	<b>0,90</b>	<b>5,61</b>	<b>0,00</b>

Na safra 2016/17 o teor médio de clorofila total nos grãos de soja foi baixo em todos os estados brasileiros, sendo que as maiores médias ocorreram no estados do Mato Grosso do Sul e Paraná com teores médios próximos a 1,5 mg.kg<sup>-1</sup>(Tabela 41).

O teor médio de clorofila total nos grãos de soja foi bem baixo (menor do que 1 mg.kg<sup>-1</sup>) na safra 2016/17 nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Bahia e Tocantins. Assim sendo nas safras 2015/16 (Oliveira et al., 2017b) e 2016/17 o teor médio de clorofila total nos grãos de soja foi bem baixo apenas nos Estados do Mato Grosso, Minas Gerais e Tocantins (menor do que 1 mg.kg<sup>-1</sup>) (Tabela 41).