

Caracterização sensorial de sementes de soja

Vera de Toledo Benassi
Daniel Souza Corrêa
Vanessa Priscila Scagion
Rodrigo Santos Leite

A qualidade sensorial dos grãos de soja colhidos e armazenados em diferentes regiões do Brasil pode ser uma informação de grande relevância para as indústrias que produzem alimentos de soja, pois dela depende a aceitação dos mesmos pelos consumidores. Sabe-se que, atualmente, algumas indústrias de alimentos têm buscado identificar e adquirir variedades específicas de soja, cujos grãos apresentam qualidade tecnológica ou sensorial desejável para seus produtos e processos. Para isso, credenciam seus fornecedores e pagam preço diferenciado por esta matéria-prima. No entanto, esta é ainda uma situação de exceção, pois nem sempre é possível contar com um grupo selecionado de fornecedores para suprir as necessidades da empresa e a maioria das indústrias compra a matéria-prima que encontra disponível no mercado, mesmo que não seja a mais adequada.

A descrição sensorial de uma amostra de grãos de soja exige a análise por uma equipe capaz de avaliar quantitativamente as características sensoriais desses grãos. A formação de tal equipe inclui treinamento de cerca de uma dezena de provadores, os quais devem passar periodicamente por reciclagens, a fim de manterem-se bem treinados. Além de envolver um trabalho árduo e dispendioso, um grande número de amostras inviabiliza a avaliação por meio de provadores. Uma dificuldade adicional é o fato das amostras serem constituídas por uma mistura de diferentes cultivares, as mais representativas em cada região, e não por grãos de uma determinada cultivar.

Por isso, realizar uma análise instrumental pode auxiliar na padronização das medições e permite avaliar um número maior de amostras. O sistema Língua Eletrônica (LE) é composto por um conjunto de sensores não específicos, capazes de reconhecer a impressão digital química de amostras analisadas, sem a necessidade de identificação de cada um dos compostos presentes no meio líquido (RIUL et al., 2010). Esta tecnologia está apta a classificar e reconhecer amostras líquidas com características distintas, neste caso, um extrato aquoso obtido de grãos de soja.

Este sistema, desenvolvido pela Embrapa Instrumentação em parceria com a Universidade de São Paulo, já foi testado na análise de cultivares de soja, com resultados publicados em trabalhos de Mestrado e Doutorado, bem como em artigos científicos. Em tese de Doutorado defendida na Universidade Estadual de Londrina, em 2009, Josemeyre da Silva trabalhou com extratos de soja obtidos de cinco diferentes cultivares de soja da Embrapa, caracterizando-as por uma metodologia sensorial tradicional (ADQ) e também por uma LE composta de oito sensores; os resultados evidenciaram que a LE foi capaz de distinguir as cultivares por seu sabor (Silva et al., 2012). Gregorut (2010) elaborou seu trabalho de Mestrado utilizando uma LE semelhante e as mesmas cinco cultivares citadas, porém suprimindo o tratamento térmico na preparação dos extratos, o que simplificou a análise, tendo-se verificado a mesma capacidade de discriminação pela LE. Zoldan et al. (2014) buscaram simplificar ainda mais o protocolo da LE, utilizando amostras moídas e suspensas em água, sendo que a LE mostrou-se capaz de diferenciar as três cultivares testadas; uma vez que era previamente conhecido que estas cultivares apresentavam características distintas de sabor, não foi realizada a análise sensorial, sendo confirmada a possibilidade de se fazer uma triagem rápida de outros 25 genótipos por comparação com as três amostras conhecidas, em seu posicionamento no gráfico.

Características sensoriais de amostras de grãos da safra 2014/2015

No primeiro ano do projeto, foi testada a possibilidade de uso da LE para realizar uma triagem preliminar das amostras, ou seja, verificar se os resultados permitiriam discriminar diferentes subgrupos, mesmo sem agregar resultados de outras análises (físicas, químicas, microbiológicas, sensoriais, etc.) que pudessem ser correlacionadas com as da LE. Para amostragem, foi utilizado o critério de regiões, sendo cada estado representado por amostras de diferentes microrregiões, em número proporcional ao total de amostras do estado, com um total de 50 amostras analisadas. As medidas com a L.E. (resistência e capacitância elétrica) foram realizadas nas amostras em suspensão aquosa por meio de um analisador de impedância e os dados obtidos foram tratados pela técnica de Análise de Componentes Principais (PCA). Não se observou uma discriminação clara entre as amostras analisadas, mas foi possível visualizar dois grupos de amostras que poderiam apresentar alguma(s) característica(s) oposta(s) entre si, que os sensores captaram de forma global. Não há como saber em que os grupos se diferenciam, uma vez que as medidas da LE não são valores absolutos, mas comparativos e, neste caso, não foram fornecidos outros dados físico-químicos associados às mesmas amostras.

Levando-se em conta que as amostras de grãos são constituídas por uma mistura de diferentes cultivares, as mais representativas em cada região, em uma dada safra, a heterogeneidade intrínseca deste tipo de amostra, por si só, é um fator que dificulta sua caracterização sensorial. Por isso, foi decidido que, em safra futura, seriam analisadas amostras de sementes, uma vez que cada uma delas é proveniente de uma cultivar de soja específica e, portanto, constitui uma unidade homogênea.

Características sensoriais de amostras de sementes da safra 2016/2017

As amostras de sementes de soja foram fornecidas pela Embrapa Soja (Londrina/PR) e analisadas na Embrapa Instrumentação (São Carlos/SP). Na Tabela 51 estão relacionadas as 50 amostras selecionadas, provenientes de 28 diferentes municípios, sendo 15 amostras do estado do Paraná, 11 de Minas Gerais, 7 do Mato Grosso, 7 de Goiás, 4 de São Paulo, 3 da Bahia, 2 do Maranhão e 1 do Tocantins.

Procedimento experimental

Preparação das amostras de soja: grãos de soja de cada amostra foram moídos na Embrapa Soja e levados até a Embrapa Instrumentação para realização das análises com a LE. Para realização das leituras, foi utilizado o protocolo definido por Zoldan et al. (2014), preparando-se suspensões com 250 mg de cada amostra e 100 ml de água destilada, seguindo-se agitação por 5 min e filtração em papel de filtro qualitativo comercial, sendo a solução sobrenadante utilizada nas medições.

Preparação das unidades sensoriais da Língua Eletrônica: a LE utilizada foi composta por 3 unidades sensoriais, sendo cada uma delas composta por eletrodo interdigitado de platina, modificado por filmes finos nanoestruturados de moléculas orgânicas, utilizando-se a técnica de automontagem. Os compostos orgânicos empregados foram ftalocianina de Cu (II), Polianilina (PAni), Poli (cloridrato de alilamina) (PAH) e Lignina sulfonada (LS), combinados da seguinte maneira:

- 1º unidade sensorial: eletrodo modificado com 3 bicamadas PAH/FtcCu(II);
- 2º unidade sensorial: eletrodo modificado com 3 bicamadas PAni/FtcCu(II);
- 3º unidade sensorial: eletrodo modificado com 3 bicamadas PAni/LS.

Tabela 51. Amostras de sementes soja submetidas à análise pela técnica de Língua Eletrônica.

Município	UF	Cultivar	Município	UF	Cultivar
1 Arapoti	PR	NA5909 RG	27 Rio Verde	GO	M7739 IPRO
2 Arapoti		M5947 IPRO	28 Rio Verde		M7110 IPRO
3 Pato Branco		BMX Potencia RR	29 Anápolis		6266 RSF IPRO
4 Pato Branco		58i60RSF IPRO	30 Rio Verde		TMG7062 IPRO
5 Ponta Grossa		TMG7062 IPRO	31 Rio Verde		M7739 IPRO
6 Ponta Grossa		BRS284	32 Rio Verde		63i64 RSF IPRO
7 Castro		BRS284	33 Buritizeiro	MG	8579RSF IPRO
8 Londrina		63i64 RSF IPRO	34 Tupaciguara		GMS8256 RR
9 S. Sebastião Amoreira		BMX Potencia RR	35 Presidente Olegário		8579 RSF IPRO
10 S. Sebastião da Amoreira		BS2606 IPRO	36 Presidente Olegário		M8372 IPRO
11 Mauá da Serra		TMG7063 IPRO	37 São Gotardo		TMG1264 RR
12 Mauá da Serra		M5917 IPRO	38 Uberaba		M7739 IPRO
13 Tamarana		M6410 IPRO	39 Uberaba		TMG7062 IPRO
14 Faxinal		NA5909RG	40 Uberaba		M7110 IPRO
15 Faxinal		BRS388RR	41 Sacramento		BRS713 IPRO
16 Itaberá	SP	M5917 IPRO	42 Sacramento		BRS724G RR
17 Batatais		M5947 IPRO	43 Sacramento		BRS706 IPRO
18 Nuporanga		M6410 IPRO	44 São Desidério	BA	FTR4288 IPRO
19 Itaberá		M6410 IPRO	45 Barreiras		M8372 IPRO
20 Pedra Preta	MT	M7739 IPRO	46 São Desidério		ST920 RR
21 Pedra Preta		M8372 IPRO	47 Formoso	TO	Cristalina
22 Guiratinga		TMG1180 RR	48 Mata Roma	MA	Pampeana 20 RR
23 Pedra Preta		M7739 IPRO	49 Mata Roma		BRS333 RR
24 Alto Garças		TMG4182	50 Formosa	GO	8579 RSF IPRO
25 Alto Garças		M8372 IPRO			
26 Alto Garças		8473RSF Desafio			

Leituras: a LE foi inserida num recipiente com cada uma das amostras preparadas e as medidas elétricas de resistência e capacitância das soluções foram realizadas na frequência 1 a 1MHz e com uma tensão de 20mV, utilizando-se um analisador de impedância. A coleta foi feita nesta região de frequência porque nela a impedância é dominada por efeitos da condutância da solução, bem como do filme utilizado sobre o eletrodo; já em regiões de baixa frequência, a resposta da impedância é dominada por efeitos da dupla-camada elétrica, formada pela interface eletrólito/eletrodo; e, em regiões de alta frequência, a resposta tende a ser dominada pelas características geométricas do eletrodo (RIUL et al, 2010 ; TAYLOR et al., 1987). Foram realizadas 5 coletas de valores sequenciais para cada unidade sensorial, sendo cada medida realizada em triplicata. O tratamento estatístico dos dados foi a técnica de Análise de Componentes Principais (PCA).

Resultados

Os resultados da análise estatística utilizando a técnica de PCA foram obtidos por meio da coleta e utilização dos valores médios de resistência elétrica (Figura 79) e de capacitância elétrica (Figura 80).

Os dados de variância apresentados (Figura 79), foram obtidos com as duas primeiras componentes principais (PC1 e PC2), que correspondem a mais de 70% de toda a informação coletada pela LE.

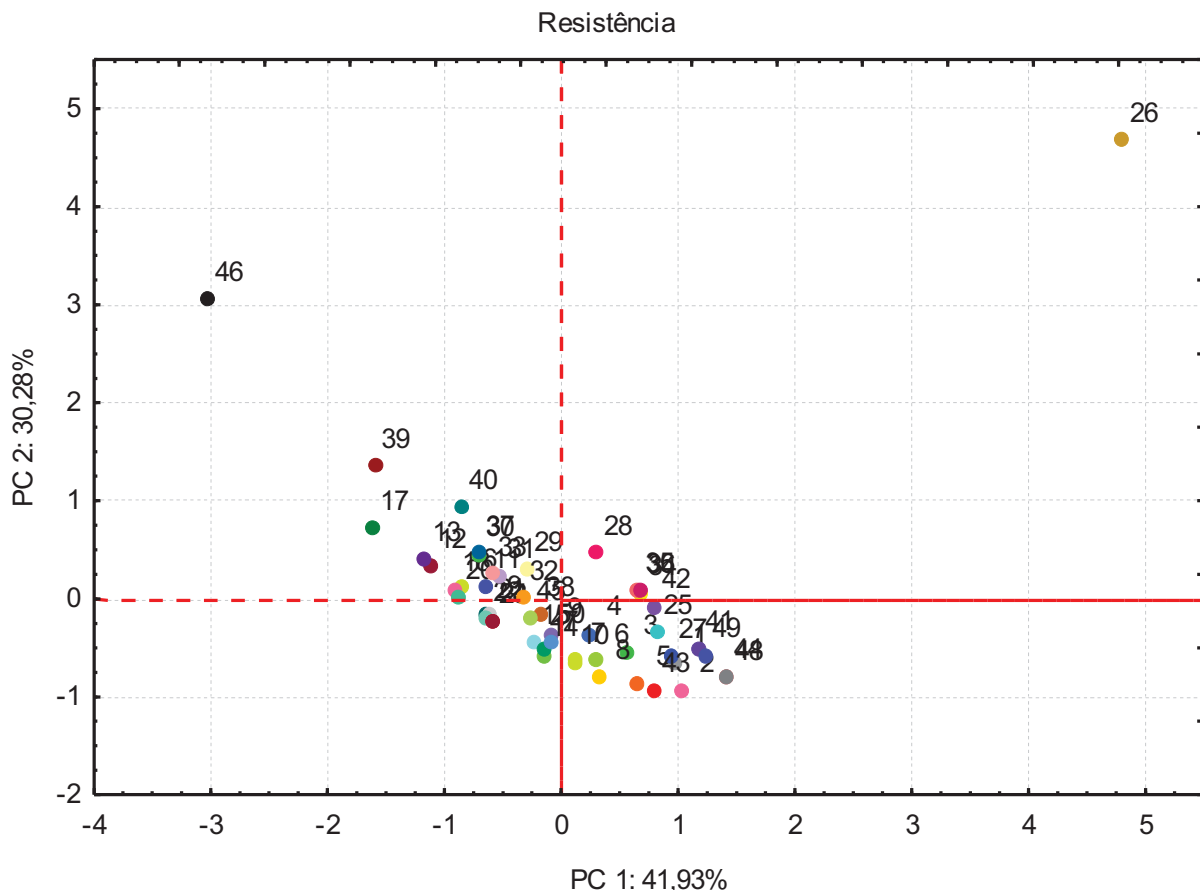


Figura 79. PCA das amostras de soja obtido por meio das médias (triplicatas) das medidas de resistência elétrica, em 1 kHz.

Apenas duas das amostras posicionaram-se bastante distantes do ponto central e isoladas das demais, porém não foi encontrada razão, em termos de cultivar ou local de plantio, para este comportamento totalmente distinto. Apesar de não ser ocorrido uma boa separação entre as amostras, observa-se um certo “alinhamento” das mesmas, ficando um grupo mais concentrado na parte positiva de PC1 e negativa de PC2 e outro grupo, na parte negativa de PC1 e positiva de PC2. Isto indica que amostras de um grupo poderiam apresentar alguma(s) característica(s) oposta(s) à(s) do outro grupo (especialmente aquelas mais distantes do centro do gráfico), que os sensores captaram de forma global. Por exemplo, as amostras posicionadas no quadrante superior esquerdo (como 17, 39, 40 e 46), em contraposição às amostras no quadrante oposto (como 2, 41, 44, 48, 49). No primeiro grupo, há amostras de diferentes cultivares, provenientes de SP, BA e MG; o segundo grupo também se trata de cultivares distintas, sendo que há igualmente algumas de BA e MG, além de PR e MA. As medidas da LE não são valores absolutos, mas comparativos e, neste caso, como não foram fornecidos outros dados associados às mesmas amostras, não há como saber exatamente

em que os grupos se diferenciam. Um padrão de distribuição semelhante a este da Figura 79 foi observado nas amostras analisadas em safra anterior (Mandarino et al., 2016).

Na Figura 80 é apresentado o PCA referente a todas as amostras de soja analisadas, utilizando-se os valores de capacitância elétrica. Os dados de variância apresentados no gráfico PCA foram obtidos com as duas primeiras componentes principais (PC1 e PC2), que correspondem a mais de 77% de toda a variância coletada pela LE.

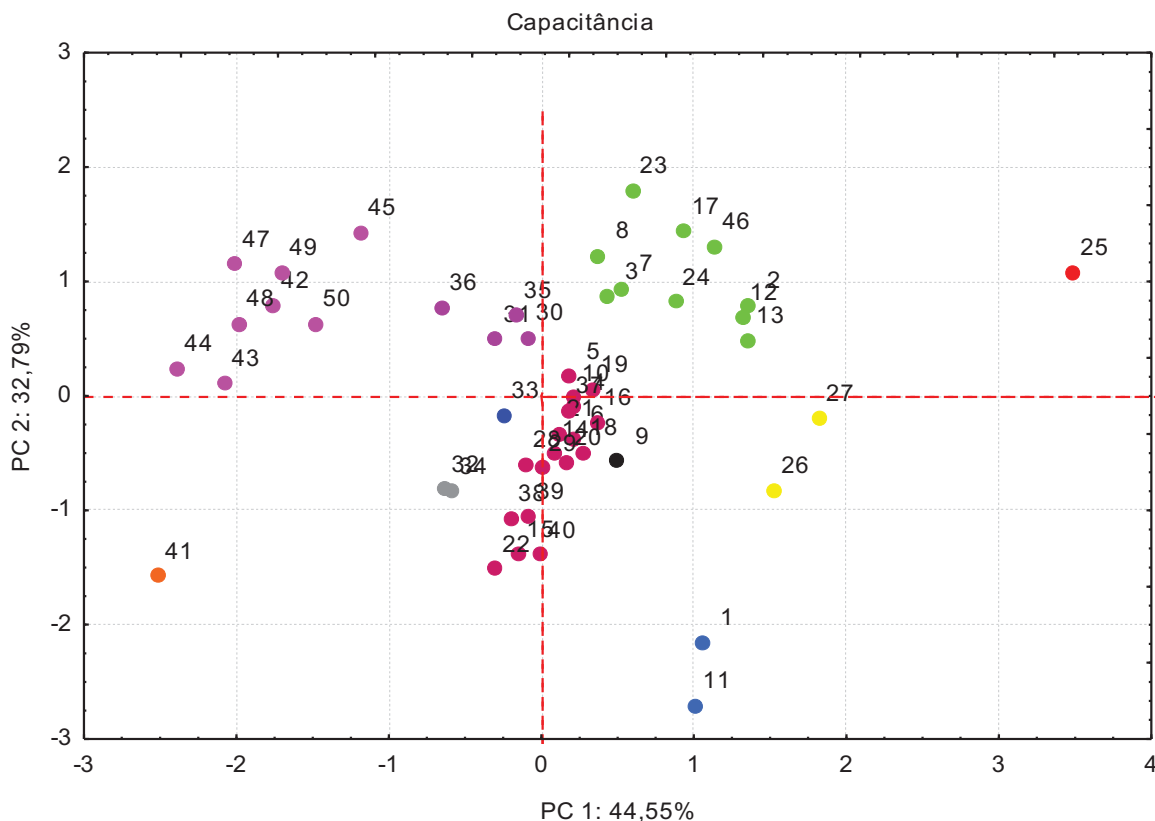


Figura 80. PCA das amostras de soja obtido por meio das médias (triplicatas) das medidas de capacitância elétrica, em 1 kHz.

Não foi realizada uma análise hierárquica de agrupamentos para definição de clusters, mas visualmente observa-se separação em vários grupos, onde as diferentes cores mostram uma possível tendência de formação de agrupamentos, as quais poderiam indicar similaridades entre as amostras de sementes de soja. Dentro do grupo verde (amostras 2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 23, 24 e 46), observa-se uma preponderância de (6 amostras) do PR, além da presença de apenas uma cultivar repetida (M5947 IPRO), a qual foi plantada em dois locais (Arapoti/PR e Batatais/SP). Dentro do grupo rosa (amostras 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50) não há nenhuma cultivar repetida e as amostras são provenientes de 5 diferentes estados. Ao comparar os mesmos dois grupos, que estão localizados em quadrantes opostos na parte superior do gráfico, também se observa que algumas amostras já tinham aparecido em oposição na Figura 79 (amostras 17 e 46 de um lado e amostras 48 e 49 de outro). Todas essas 4 amostras pertencem a diferentes cultivares e foram discriminadas tanto pelas medidas de resistência como de capacitância elétrica. Contudo, as similaridades ou diferenças entre as amostras teriam que ser explicadas em função de resultados de outras análises físico-químicas que pudessem ser relacionadas com as características de afinidade dos sensores (correlação a ser ainda pesquisada). As demais amostras, mais próximas ao centro, ficaram distribuídas entre as regiões positivas e negativas de PC1 e PC2, indicando similaridade na resposta elétrica do sistema para a LE utilizada.

Amostras comerciais de grãos de soja, constituídas de misturas de cultivares, não puderam ser discriminadas pela LE, como verificado na publicação referente à safra 2014/15 (Mandarino et al., 2016). Já as amostras constituídas de sementes de uma cultivar específica, parecem permitir uma separação pela LE em agrupamentos. No entanto, esta separação não ocorreu em termos de cultivares ou de locais de plantio, por isso seria necessário entender melhor como os vários grupos se diferenciam em termos de propriedades físico-químicas, para poder utilizar esta técnica como ferramenta para triagem de um grande número de amostras e chegar a fazer algum tipo de previsão quanto às suas características sensoriais.

Considerações

A qualidade física dos grãos de soja da safra 2016/17 foi melhor em relação as duas safras anteriores, safra 2014/15 e safra 2015/16. Embora em algumas microrregiões tenham ocorridos problemas sérios com elevado número de defeitos nos grãos colhidos, a maioria das microrregiões no Brasil teve diminuição na porcentagem de defeitos, destaque para o Centro-Oeste que reduziu a porcentagem de grãos com defeitos, diminuindo assim os descontos aos sojicultores. Esta melhora na qualidade dos grãos se deve ao melhor manejo dos grãos pelos agricultores e armazenadores, e pelas melhores condições climáticas durante a safra.

A média de grãos fermentados foi de 1,30%, com variação de zero a 12,45% de grãos fermentados, sendo a maior porcentagem no Paraná com 1,77% e a menor na Bahia com 0,17%. Os grãos danificados por percevejos (picados) tiveram média de 2,09%, com variação de zero a 11,69%, sendo a maior porcentagem no Mato Grosso do Sul com 3,57% e a menor na Bahia com 0,64%. A média de grãos avariados na safra foi de 3,68%, com variação de zero a 21,22%, sendo a maior porcentagem média no Paraná com 5,62% e a menor na Bahia com 0,87%. Para grãos quebrados e amassados a média da safra 2016/17 foi de 3,46%, variando de zero a 19,78%. Como a porcentagem de grãos avariados tem tolerância de 8% e os grãos quebrados e amassados de 30%, houve uma menor quantidade de descontos aplicados no recebimentos dos grãos nas unidades armazenadoras do país, devido a esta melhora de qualidade.

O dano mecânico não aparente para as amostras de grãos de soja colhidas na safra 2016/17 foi de 14,46%, sendo os maiores índices de ocorrência nos estados do Mato Grosso com 17,32%, Paraná com 17,17%, Goiás com 15,97% e Santa Catarina com 15,17%. O índice médio nacional de grãos partidos na safra foi de 10,3%, considerado um valor baixo em relação ao tolerado pela IN 11 do MAPA. Os maiores índices foram nos estados de Goiás com 13,05%, Rio Grande do Sul, com 12,60%, Santa Catarina com 11,63%, Paraná com 11,77%, São Paulo com 9,87%, Mato Grosso do Sul com 8,92% e Mato Grosso com 8,84%. A Bahia com índice médio de 2,07% foi o estado com menor menor porcentagem de grãos partidos.

O dano mecânico no nível (1-8) determinado pelo teste de tetrazólio para as amostras de grãos de soja colhidos na safra 2016/17 foi de 28,27%, valor esse inferior aos 33,5% constatados na safra 2015/16 e aos 32,9% na safra 2014/15. Os maiores índices de ocorrência desse dano foram registrados nos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Mato Grosso. Os estados do Tocantins, Santa Catarina, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Bahia e Goiás se destacaram pela ocorrência dos menores índices de danos mecânicos determinados pelo teste de tetrazólio. Diversas amostras com baixíssimos índices de danos mecânicos foram constatadas em diversas regiões brasileiras, o que comprova que existe tecnologia de colheita que pode resultar na produção de grãos de soja com menores índices de danos mecânicos, o que poderá ser alcançado com um melhor manejo da colheita.

A deterioração por umidade constatado no Brasil na safra 2016/17 apresentou índice médio de 23,3%, valor esse muito superior ao constatado na safra 2014/15, que foi de 11,9%, porém ligeiramente inferior aos 28,1% constatados na safra 2015/16. Esse valor elevado de deterioração por umidade deve-se à ocorrência de chuvas frequentes na pré-colheita na safra 2016/17 em diversas regiões brasileiras. Os menores índices de deterioração por umidade foram constatados em Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Os maiores valores foram apresentados para os grãos provenientes de Tocantins, Goiás e Mato Grosso. São Paulo apresentou valores próximos à média nacional. Deve-se destacar que em todos os estados diversas

amostras de grãos apresentaram níveis muito baixos desse tipo de dano, com várias amostras com nível mínimo de 0,0%, o que demonstra que a qualidade dos grãos, no que se refere a esse problema, tem ainda muito a melhorar.

O dano causado por percevejos determinado pelo teste de tetrazólio em nível de Brasil foi de 21,7%, ligeiramente inferior aos valores constatados na safra de 2014/15, que foi de 26,2% e de 25,1% na safra 2015/16. A ocorrência desses danos foi a mais baixa no Mato Grosso, em Santa Catarina, em Minas Gerais, em Tocantins, no Rio Grande do Sul e na Bahia, estado esse que apresentou os menores índices médios desse dano na presente safra e na de 2015/16. Pela terceira safra consecutiva, esses danos foram mais elevados em grãos produzidos em São Paulo, no Mato Grosso do Sul e no Paraná, significando que o manejo integrado dessa praga deve ser aprimorado com mais atenção nessas regiões. Em todos os estados, com exceção de Mato Grosso do Sul, diversas amostras de grãos apresentaram níveis muito baixos desse dano, com amostras provenientes de diversas regiões apresentando nível mínimo de 0,0%, o que demonstra que a qualidade dos grãos, no que se refere a esse problema, pode muito melhorar, com a implementação do aprimoramento das práticas do Manejo Integrado de Pragas, visando à melhoria da qualidade dos grãos de soja produzidos.

Em relação à ocorrência de grãos de soja esverdeados, o índice médio nacional foi de 2,1%, valor idêntico ao constatado na safra 2015/16 e inferior aos 4,1% da safra 2014/15. Os maiores índices de ocorrência de grãos esverdeados foram constatados no Mato Grosso do Sul, em São Paulo, no Paraná e em Minas Gerais.

Aspergillus flavus, principal fungo de armazenamento e potencial produtor de aflatoxinas, apresentou média nacional de 3,35% de ocorrência na safra 2016/17, e com aumento de intensidade nos estados do Mato Grosso do Sul (76,5%); Rio Grande do Sul (45,5%); Paraná (44,5%); São Paulo (39,0%) e Mato Grosso (43,0%), nos demais estados sua ocorrência foi similar a safra anterior. *Fusarium graminearum* teve média nacional de ocorrência bastante baixa, apenas 0,06%, com maiores médias de incidência nas microrregiões de Chapecó, SC (2,5%); Goioerê, PR (2,0%), Iguatemi, MS (2,5%) e Dourados, MS (3,0%). A ocorrência de bactérias saprofíticas foi bastante elevada e generalizada em todas regiões, com ocorrência máxima de 91,5% em Jaguarão (RS) e média nacional de 23,83% dos grãos. Todavia, vale ressaltar que tais microrganismos não são fitopatogênicos e a bactéria está normalmente associada a grãos danificados causando sua deterioração.

Houve presença de insetos-praga contaminantes nas amostras de soja coletadas no país na safra 2016/17, em todos os estados, evidenciando o problema generalizado em toda região produtora do grão. As espécies de maior ocorrência foram *Ephestia* spp., *Sitophilus* spp., *Cryptolestes ferrugineus*, *Liposcelis bostrychophila* e *Lasioderma serricorne*. *Lophocateres pusillus* também foi encontrado em algumas amostras e, embora com poucos exemplares (14 insetos), é considerado uma ameaça ao grão de soja armazenado pois não existia até 2011 no Brasil. destaca-se também a presença da praga *Lasioderma serricorne* com 290 exemplares, sendo a maioria (245 exemplares) no estado do Mato Grosso. A infestação de insetos-praga em grãos de soja aumentou consideravelmente ao longo das três safras estudadas, sendo encontrados 11.677 insetos e partes destes nas 903 amostras da safra 2016/17, número muito superior ao encontrado nas safras 2015/16 (8.401) e 2014/15 (6.315). A presença de insetos-praga na soja é uma importante barreira na comercialização e/ou exportação dos grãos, que poderão trazer transtornos técnicos e econômicos, com reflexo direto no preço do produto pago aos produtores de soja.

O teor médio de proteína nos grãos de soja na safra 2016/17 foi de 37,00%, e a variação dos teores nas 903 amostras foi de 41,35% para o maior valor e 32,03% para o menor valor. O estado com