



JODSON MORAES DOS SANTOS

**LEVANTAMENTO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE
SOJA DE TRÊS REGIÕES DO ESTADO DO MARANHÃO**

LAVRAS – MG

2017

JODSON MORAES DOS SANTOS

**LEVANTAMENTO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA DE TRÊS
REGIÕES DO ESTADO DO MARANHÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia /Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. João Almir Oliveira

Orientador

LAVRAS – MG

2017

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Santos, Jodson Moraes dos.

Levantamento da qualidade de sementes de soja de três regiões
do estado do Maranhão / Jodson Moraes dos Santos. - 2016.

75 p. : il.

Orientador: João Almir Oliveira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2016.
Bibliografia.

1. *Glycine max*. 2. Mapitoba. 3. Patógenos. I. Oliveira, João
Almir . . II. Título.

JODSON MORAES DOS SANTOS

**LEVANTAMENTO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA DE TRÊS
REGIÕES DO ESTADO DO MARANHÃO**

***SURVEY OF THE QUALITY OF SOYBEAN SEEDS FROM THREE REGIONS OF
THE STATE OF MARANHÃO, BRAZIL***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia /Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 7 de novembro de 2016.

| | |
|--|--------|
| Dr. Antônio Rodrigues Vieira | EPAMIG |
| Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães | UFLA |
| Profa. Dra. Marcela Pedroso Mendes Resende | UFG |
| Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende | UFLA |

Prof. Dr. João Almir Oliveira
Orientador

LAVRAS – MG

2017

Aos meus pais, Zé Pereira e Bina.

Aos irmãos Zé Carlos, Jobson, Zenaide, Jomilson, Simão e Joas.

Aos meus filhos Jocymara, Jodson Filho, Jodymadson, Victória e Isabelle.

Aos meus netos Juan e Rian.

À minha eterna namorada Leia.

A todos os familiares e amigos.

DEDICO

A Deus,

ao possibilitar tamanha conquista.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, proteção, força e saúde para completar mais esta etapa.

Aos meus pais, José Pereira e Bernarda, pelo exemplo de luta, amor, confiança, dedicação e pelo apoio em todos os momentos.

Aos meus irmãos, José Carlos, Jobson, Zenaide, Jomilson, Simão e Joas pelo apoio, incentivo, carinho e amizade.

Aos meus filhos Jocymara, Jodson Filho, Jodymadson, Victória, Isabelle e netos, Juan e Rian, pelo apoio e carinho.

À minha eterna namorada Leia, pelo carinho, amizade e companheirismo.

Ao Estado do Maranhão pela concessão da licença para estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), em especial, ao Setor de Sementes, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Almir Oliveira, por toda atenção, amizade, apoio e ensinamentos de grande valia.

Aos professores do Setor de Sementes Profa. Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho, Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho, Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães, aos pesquisadores Profa. Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa (Embrapa café) e Dr. Antônio Rodrigues Vieira e aos pós-doutorandos Roseane Maria Evangelista Oliveira e Elizabeth Rosimeire Marques, por todos os conhecimentos repassados, amizade e atenção.

Aos professores do Departamento de Agricultura e Pós-Graduação Agronomia/Fitotecnia, Dr. Pedro Milanez de Resende, Dr. Adriano Teodoro Bruzi e ao Dr. José Luís Contado e Dra. Marcela Pedrosa Mendes Resende, pelos ensinamentos e disponibilidade.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes da UFLA, Geraldo e Jaqueline pela disponibilidade e atenção, durante a realização do trabalho e a todos os amigos do Laboratório de Sementes, em especial, a “turma do João” Hellismar, Julliana, Marcos Vinícios, Thais, Rafaela, Noeme, ... e aos amigos Denilson Mavaieie, Lucinda Helena, Diego Pereira, Cláudio Bárbara, Andréia Eduardo Monteiro, Jonathas, pelo imenso auxílio e ajuda na condução do experimento e momentos de grandes alegrias que juntos desfrutamos.

Aos amigos de República Hellismar, Felipe, Fernando e Marcos pela ajuda, alegria e companheirismo durante todo o tempo de convivência.

Enfim, a todos aqueles que acreditaram em mim e que, de uma forma ou de outra, contribuíram, nesta etapa da minha vida, embora não citados aqui, merecem meus sinceros agradecimentos, pois vocês fazem parte da minha história.

OBRIGADO!

RESUMO

A semente é o principal insumo agrícola na implantação de uma lavoura quando se pretende alcançar a qualidade e produtividade. A produção, manutenção da qualidade fisiológica e sanitária das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), durante o seu armazenamento na nova fronteira agrícola, MAPITOBA é, pois desafiador, por se tratar de cerrado, região edafoclimática de baixa latitude (entre 0 e 10°), altas temperaturas e umidade relativa do ar, elevados índices de precipitações pluviométricas, elementos esses determinantes à elevada incidência de fungos e causas de danos, durante a maturidade fisiológica e armazenamento das sementes. Esse ambiente tornou-se preocupante em razão dos propícios fatores que levam à iminente deterioração das sementes, principalmente, em se tratando do estado do Maranhão. Desta forma, objetivou-se com este trabalho realizar um levantamento da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja, produzidas em três regiões do Estado do Maranhão. Foram adquiridos 53 lotes de 13 cultivares de soja de três regiões (Sudoeste, Sul e Norte), da safra 2013/2014. O experimento foi exploratório qualitativo, comparando as regiões antes e após seis meses de armazenamento das sementes. Foi utilizado o software R e comparação das médias pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) com construção de boxplot para a exploração dos dados. Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, foram realizados os determinantes: teor de água (%), germinação (%), primeira contagem de germinação (%), emergência (%), índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado (%), condutividade elétrica, tetrazólio (vigor e viabilidade) e teste sanitário pelo Blotter-test. Os lotes das cultivares mantiveram os teores de água na faixa de 10% durante os seis meses de armazenamento. As amostras das sementes recém-colhidas e, após seis meses de armazenamento, na região Sul do estado do Maranhão, apresentaram melhor qualidade fisiológica e sanitária. Também houve maior redução de qualidade das sementes daquelas que foram produzidas e armazenadas nas regiões Norte e Sudoeste, após seis meses de armazenamento. Pelos resultados do teste sanitário, houve incidência de patógenos de campo e de armazenamento associados às sementes e os gêneros *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii*, *Fusarium sp*, *Penicillium sp* e *Aspergillus sp* foram os de maiores incidências.

Palavras-chave: *Glycine max*. Mapitoba. Cerrado. Patógenos.

ABSTRACT

The seed is the main agricultural input for the implantation of a crop when seeking to achieve quality and productivity. The production, maintenance of physiological and sanitary quality of soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merrill), during its storage in the new agricultural frontier, MAPITOBA, is challenging for regarding the cerrado, a low latitude edaphoclimatic region (between 0 and 10°), with high temperatures and relative air humidity, elevated pluviometry precipitation indexes, elements which determine the high incidence of fungi and damage the seed during its physiological maturity and storage. This environment has become worrisome due to the factors that lead to the imminent deterioration of the seeds, especially in the state of Maranhão, Brazil. Thus, with this work, we aimed at surveying the physiological and sanitary quality of soybean seeds produced in three regions of the state of Maranhão (southwest, south and north), of the 2013/2014 harvest. The experiment was qualitative exploratory comparing the regions before and after six months of storage. We used the R software and compared the means with the Tukey test (5% of probability), building a boxplot for data exploration. For the evaluation of the physiological quality of the seeds, we determined water content (%), germination (%), first germination count (%), emergence (%), emergence speed index, accelerated aging (%), electric conductivity, tetrazolium (vigor and feasibility) and sanitary tests by means of the Blotter-test. The lots of the cultivars maintained the water contents in the range of 10% during the six months of storage. The samples of the recently harvested seeds and of those harvested after six months of storage in the southern region of Maranhão presented better physiological and sanitary quality. There was also reduction in the quality of seeds produced and stored in the northern and southwestern regions after six months of storage. The results of the sanitary test indicate that there was incidence of field and storage pathogens associated to the seeds, with genera *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii*, *Fusarium sp*, *Penicillium sp* and *Aspergillus sp* presenting the highest incidences.

Keywords: *Glycine max*. Mapitoba. Cerrado. Pathogens.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Valores médios do teor de água de sementes de soja coletadas em três macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 36 |
| Figura 2 - Resultados médios (%) de germinação de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 38 |
| Figura 3 - Resultados médios (%) de primeira contagem de germinação de sementes de soja coletadas nas três macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 39 |
| Figura 4 - Resultados médios (%) de germinação após o teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja coletadas em três macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 40 |
| Figura 5 - Resultados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de soja coletadas em três macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 41 |
| Figura 6 - Resultados médios de emergência em canteiro de sementes de sementes de soja coletadas em três macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 43 |
| Figura 7 - Resultados médios do Índice de Velocidade de Emergência em canteiro de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 44 |
| Figura 8 - Resultados médios (%) de incidência do fungo <i>Colletotrichum truncatum</i> em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 45 |
| Figura 9 - Resultados médios (%) de incidência do fungo <i>Phomopsis sojae</i> em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 46 |
| Figura 10 - Resultados médios (%) de incidência do fungo <i>Fusarium semitectum</i> em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de semente no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 47 |

| | |
|--|----|
| Figura 11 - Resultados médios (%) de incidência do fungo <i>Cercospora kikuchii</i> em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 48 |
| Figura 12 - Valor médio (%) de incidência do fungo <i>Penicillium sp</i> em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 49 |
| Figura 13 - Valores médios (%) de incidência do fungo <i>Aspergillus sp.</i> em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014. | 50 |
| Figura 14 - Valores médios do teor de água (%) de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento safra 2013/2014. | 51 |
| Figura 15 - Resultados médios (%) de germinação de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014. | 52 |
| Figura 16 - Resultados médios (%) de primeira contagem de germinação de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014. | 54 |
| Figura 17 - Resultados médios (%) de vigor pelo teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014. | 55 |
| Figura 18 - Resultados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014. | 57 |
| Figura 19 - Resultados médios (%) de emergência de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014. | 58 |
| Figura 20 - Valores médios do Índices de Velocidade de Emergência em campo de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014. | 59 |

| | |
|---|----|
| Figura 21 - Resultados médios (%) de incidência do fungo <i>Colletotrichum truncatum</i> em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento. | 60 |
| Figura 22 - Resultados médios (%) de incidências do fungo <i>Phomopsis sojae</i> em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão, safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento. | 61 |
| Figura 23 - Resultados médios (%) de incidências do fungo <i>Penicillium sp.</i> em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento. | 62 |
| Figura 24 - Resultados médios (%) de incidências do fungo <i>Aspergillus sp.</i> em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão, safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento. | 63 |
| Figura 25 - Resultados médios (%) de incidências do fungo <i>Fusarium semitectum</i> em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão, safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento. | 64 |
| Figura 26 - Resultados médios (%) de incidências do fungo <i>Cercospora kikuchii</i> em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão, safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento. | 65 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Localidades, cultivares e número de lotes de sementes de soja coletados em cada região. | 32 |
| Tabela 2 - Características agronômicas, físicas e bioquímicas das cultivares de sementes de soja coletadas em três regiões de cultivo no Maranhão. | 32 |
| Tabela 3 - Características agronômicas das cultivares de sementes de soja coletadas em três regiões de cultivo no Maranhão. | 33 |
| Tabela 4 - Resultados médios (%) danos mecânicos (Dm), danos por umidade (Du), danos por percevejo (Dp), de viabilidade (V) e vigor (Vg), detectados pelo teste tetrazólio, nas amostras de sementes de soja, coletadas nas regiões Sul, Sudoeste e Norte do estado do Maranhão. | 37 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 17 |
| 2.1 | O agronegócio da soja | 17 |
| 2.2 | A soja no Brasil | 18 |
| 2.3 | Nova fronteira agrícola brasileira MAPITOBA | 19 |
| 2.4 | Maranhão, regiões geográficas e edafoclimáticas | 22 |
| 2.5 | O agronegócio da soja no Maranhão | 24 |
| 2.6 | Importância das sementes e controle de qualidade | 25 |
| 2.7 | Armazenamento de sementes | 27 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 31 |
| 3.1 | Caracterização da região e materiais | 31 |
| 3.2 | Metodologia dos Testes | 33 |
| 3.3 | Qualidade das sementes após o armazenamento | 35 |
| 3.4 | Procedimento Estatístico | 35 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 36 |
| 4.1 | Qualidade física e fisiológica pós-colheita | 36 |
| 4.2 | Qualidade sanitária pós-colheita | 44 |
| 4.3 | Qualidade física e fisiológica após armazenamento | 51 |
| 4.4 | Qualidade sanitária pós-armazenamento | 59 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 66 |
| 6 | CONCLUSÕES | 67 |
| | REFERÊNCIAS | 68 |

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma importante cultura para o Brasil pelo seu valor socioeconômico, elevados teores de proteína e óleo, potencial de se ter bom rendimento em produtividade e pela fácil adaptação a diferentes regiões edafoclimáticas. Tornou-se uma cultura de relevante divisa comercial para o Brasil, foram plantados mais de 31,3 milhões de hectares e produziu mais de 95 milhões de toneladas de grãos na safra 2014/2015.

O destaque econômico dessa leguminosa está na utilização de seus derivados e o seu óleo é o mais utilizado no preparo de alimentos pela população mundial. Por ser rica em proteína (40%) é, extensivamente, requerida na industrialização de ração animal. Outros importantes produtos derivados são preparados como farelo de soja, sabão, cosméticos, resinas, tintas e solventes, além ser importante matéria-prima para o biodiesel.

Na atual globalização da economia mundial, a soja tem sido uma importante commodity no agronegócio da agricultura moderna brasileira. Com a adoção de novas tecnologias, houve possibilidade de se produzir com qualidade e produtividade. Dentre as culturas de rentável valor econômico, a soja se sobressai por ser uma commodity de potencial produtivo capaz de suprir a demanda do mercado interno e externo pela sua potencial utilização na alimentação humana e animal.

A possibilidade de adaptação a diversos ambientes tem sido importante fator para a expansão e abertura de novas fronteiras agrícolas com a cultura da soja. No entanto a adoção de novas tecnologias e, em especial, a produção de sementes de soja tem sido decisivos fatores, para o êxito desta cultura, fazendo com que sementes de alta qualidade sejam cada vez mais requeridas e valorizadas.

O pacote tecnológico, abrangendo adoção de boas práticas de manejo, tecnologias modernas e sementes de cultivares melhoradas fez o agronegócio brasileiro, nos últimos anos, obter exuberantes produtividades de grãos de soja (1600 a 3.600 kg/há), tornando a semente um importante insumo agrícola e a base do agronegócio, ao mesmo tempo, sendo o principal veículo de tecnologia e inovação para o setor agrícola.

As empresas produtoras de sementes têm apresentado preocupações com a qualidade das sementes que produzem. São constantes os trabalhos de pesquisas no intuito de alcançar, manter e determinar a qualidade das sementes, dentro dos importantes parâmetros e tributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, para atender a demanda e as necessidades de expansão de cultivo às novas fronteiras agrícolas.

São inúmeros os benefícios do uso deste importante insumo agrícola, quando dotado de boa qualidade fisiológica, física e sanitária. O potencial fisiológico e a qualidade sanitária relacionam-se, diretamente, com seu desempenho, no estabelecimento de campos de produção, onde sementes de qualidade superior dão origem a lavouras mais uniformes. O uso de sementes piratas, sem certificação de qualidade, além de prejuízos financeiros aos produtores, poderá trazer sérias consequências de contaminação, podendo levar até mesmo a uma epidemia nas lavouras de todo país.

Neste sentido, as empresas produtoras de sementes têm investido muito em pesquisas, para obter materiais adaptados e com potencial de qualidade, para atender as demandas nas novas regiões de cultivo, principalmente, com a cultura da soja que é bastante sensível aos diversos fatores, como a região de cultivo, as condições climáticas e de solo, as doenças, dentre vários outros.

A mais nova fronteira agrícola, o MAPITOBA, formado pelos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, tem demonstrado ser um potencial produtivo de grãos, no bioma de cerrado, solo considerado pobre. A alta temperatura e a umidade relativa do ar, nesta região, até então considerada improdutivo, deixaram de ser um problema, que hoje é superado pelo desenvolvimento de um sistema de produção de sementes bastante robusta com a intensificação do uso de sementes melhoradas e a diversificação da produção de sementes.

O Maranhão é um importante estado, na rota do desenvolvimento agrícola, pertencente à nova fronteira agrícola, a MAPITOBA. Apesar das dificuldades impostas pelos fatores edafoclimáticos, o estado se apresenta como o nono produtor nacional de grãos, ao mesmo tempo, em que é autossuficiente, na produção de sementes de soja certificadas e de alta qualidade.

Este estado possui uma extensa área superficial de 331.983,29 km², considerado o oitavo estado brasileiro, o segundo do Nordeste em extensão territorial. Limita-se ao Norte com Oceano Atlântico, ao Sul e Sudoeste com o Tocantins, a Oeste com o Pará e a Leste e Sudeste com Piauí. Possui 217 municípios, inseridos em um ecossistema composto por três importantes biomas e com 80% do território considerado Amazônia legal.

A alta temperatura e a umidade relativa do ar, além dos elevados índices de precipitações pluviométricas, no estado do Maranhão, são importantes fatores climáticos a serem considerados na produção de sementes de alta qualidade. Ao mesmo tempo, são fatores que influenciam e são decisivos, na imediata perda de qualidade das sementes, quando não são consideradas boas condições para colheita, beneficiamento e armazenamento. A temível deterioração, com a consequente perda de qualidade das sementes de soja, na pós-colheita do

estado maranhense, em razão dos fatores climáticos, tem sido vencida com o acondicionamento das sementes em armazéns climatizados.

A finalidade do armazenamento de sementes é manter sua qualidade física, fisiológica e sanitária. São insumos que são acondicionados, em ambientes e embalagens apropriados, para se conservar o máximo possível sua qualidade, no intuito de serem usados no futuro. Sementes comerciais são armazenadas da colheita à semeadura do ano agrícola seguinte. Para a maioria das grandes culturas, este período de armazenamento dura de 6 a 8 meses e devem permanecer em baixa temperatura e umidade relativa do ar, principalmente, em regiões de elevadas temperaturas e umidade relativa do ar.

Os galpões climatizados, para armazenamento de sementes de soja, hoje utilizados em todas as regiões do Brasil, são construídos com isolamento térmico e impermeabilidade ao vapor de água, climatizados com aparelhos que permitam manter a temperatura em torno de 10°C e a umidade relativa do ar em torno de 45%. O armazenamento de sementes de soja, em sistema a frio, é a forma usada para minimizar a tendência que as sementes têm de se deteriorarem, ao longo do tempo, depois que atingem maior quantidade de matéria seca e se desprenderem da planta-mãe.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi fazer um levantamento da qualidade de sementes de soja produzidas em três regiões do estado do Maranhão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O agronegócio da soja

A soja, (*Glycine max* (L.) Merrill), é uma importante cultura, no cenário agrícola mundial (PELÚZIO et al., 2008), que tem como centro de origem o continente asiático, mais precisamente no Nordeste da China, também, cultivada na península coreana e Japão consideradas importantes regiões de bancos de germoplasma. No entanto, cultivada em diferentes continentes, é responsável pela abertura de novas fronteiras agrícolas por se adaptar bem às diferentes condições edafoclimáticas (HYMOWITZ, 1970).

A soja pertence à família *Fabaceae*, importante na alimentação humana e animal e na indústria alimentícia, na produção de óleos, comestíveis e outros derivados como farelo, cosméticos, sabão, tintas, solventes, além do biodiesel. Constitui uma espécie de interesse socioeconômico ao Brasil pelos elevados teores de proteína (40%), óleo (20%) e carboidratos (34%), caracterizando ser uma importante fonte de proteína e energia para alimentação humana e animal (ÁVILA; ALBRECHT, 2010).

A produção mundial de soja, no ano de 2013, chegou a 267,48 milhões de toneladas com 80% de seu volume colhidos, em três países, Estados Unidos, Brasil e Argentina sendo considerados os maiores produtores mundiais desta leguminosa (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). O agronegócio brasileiro da soja desponta como o segundo maior produtor mundial, pelo avanço a longínquas áreas e aberturas de novas e importantes fronteiras agrícolas, especialmente, em áreas de biomas bem diferentes, regiões de altas temperaturas e umidades do ar (ÁVILA; ALBRECHT, 2010).

O desenvolvimento tecnológico, no setor sementeiro, com o trabalho de melhoramento genético em sementes, faz da soja uma importante commodity cultivada, em todas as regiões do Brasil, com a expressiva produtividade que varia de 1.600 a 3.600 kg/ha, dependendo das condições climáticas da região e, mais ainda, 70% de toda produção nacional em regiões de clima tropical (SANTOS, 20104).

A soja se tornou uma das principais fontes de divisa no setor do agronegócio brasileiro. Na safra 2014/2015, ocupou mais de 32 milhões de hectares de área plantada, produzindo cerca 98 milhões de toneladas de grãos e mais de 3,0 milhões de toneladas de sementes. Exportou 54,3 milhões de toneladas em grãos, 14,8 milhões em farelo de soja e 1,6 milhões de toneladas de óleo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE, 2016). A estimativa, para safra 2015/2016, foi de mais de 102 milhões de toneladas (BRASIL, 2015).

Além de ser uma das culturas mais plantadas no Brasil, a soja é de grande importância, na economia brasileira e o seu desenvolvimento está associado às novas tecnologias utilizadas, na produção de sementes de alta qualidade, livres de fitopatógenos e com potencial, para obter estandes de plântulas de alto vigor, além da adoção do manejo da fertilidade do solo, material genético, transgenia, manejo de pragas e doenças (PELÚZIO et al., 2008).

A semente é o insumo mais importante do agronegócio, é a base da agricultura e sua qualidade é de fundamental importância ao bom desenvolvimento das lavouras. O pacote tecnológico de boas práticas de manejo, tecnologias modernas e sementes de qualidade fazem o Brasil obter produtividade de até 3600 kg/ha de soja, tornando a semente como o principal veículo de tecnologia e inovação para o setor agrícola brasileiro. Por isso, a sua qualidade está cada vez mais requerida e valorizada (SANTOS, 2014).

A qualidade das sementes é influenciada por diversos fatores intrínsecos à própria cultivar e aos fatores ambientais que podem ocorrer durante a sua permanência no campo e, ao longo das etapas de transporte, secagem, beneficiamento, armazenamento e semeadura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Assim, a crescente demanda por sementes de alta qualidade se justifica pela necessidade de seu cultivo ocorrer em regiões de adversidades edafoclimáticas. Com isso, destaca-se a necessidade de modernas técnicas, na pós-colheita de sementes, no intuito de conservar a qualidade das sementes, garantindo-lhes um bom índice de germinação e formação de estande mais uniforme, ao mesmo tempo, minimizando a redução do vigor (VILLELA; MENEZES, 2009).

2.2 A soja no Brasil

A soja no Brasil foi introduzida, no século XIX, entrada que se deu pelo Estado da Bahia, trazida dos Estados Unidos, quando foram realizados os primeiros estudos e avaliações da viabilidade de cultivo das primeiras cultivares. Anos depois, os mesmos testes foram realizados, em São Paulo, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Após dez anos de estudos, produtores paulistas passaram a receber sementes de cultivar de soja (SANTA CATARINA, 2011).

A produção de soja, em escala comercial, deu-se no Rio Grande do Sul onde se adaptou bem e, como alternativa para suceder o trigo na entressafra, tornou-se uma cultura com maior valor econômico no Rio Grande do Sul. A partir da década de 40, a soja apareceu nas estatísticas do estado como uma importante cultura cultivada, com cerca de 702 hectares.

Em seguida, com novos estudos e elevados investimentos em pesquisa, foi possível a expansão desta leguminosa para o Sudeste, Nordeste e Norte, assim, conquistando outros biomas (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

Na década de 60, o cultivo da soja passou a ser difundido, em São Paulo e no Sul do país, quando se tornou uma importante cultura com considerado valor econômico. Antes, seu uso era restrito à produção de feno e grãos, para alimentação animal (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015), por conter alto teor de proteína. O alto teor de óleo levou a soja a agregar maior valor econômico, passando a ser importante ao consumo humano (EMBRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2005) e fabricação de biodiesel (ABIOVE, 2016).

Entretanto, a partir da década de 70, a abertura de novas fruteiras agrícolas, em biomas e em regiões de clima quente e úmido, deveu-se à importância do melhoramento genético e ao uso de sementes de qualidade que, somados aos fatores de manejo e período de semeadura, permitiu produzir sementes, em novas áreas, visto que a cada ano houve aumento de área plantada e aumento de produtividade em vários estados brasileiros (CARVALHO et al., 2014; VIEIRA et al., 2010).

Pode-se destacar que, com a implantação dos programas nacionais de melhoramento, houve maior disponibilidade aos produtores de sementes de novas cultivares, adaptáveis a diferentes condições de cultivo, estáveis e mais produtivas, uma vez que seu cultivo era restrito às regiões de clima temperado e subtropical e com latitudes acima de 30° (EMBRAPA, 2005).

A expansão da soja, para todo território nacional, alavancou-se com as triunfantes pesquisas fitotécnicas de melhoramento genético, realizadas por empresas como o Instituto Privado de Fomento à soja – INTISOJA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Instituto Agrônomo de Campinas – IAC e universidades. Os objetivos destas empresas era obter cultivares com resistência a pragas e doenças, elevada produtividade, com baixos custos em adubação, uma boa densidade de plantas e época ideal de plantio (MEDINA et al., 1982).

2.3 Nova fronteira agrícola brasileira MAPITOBA

Por causa do fracassado cultivo na Bahia e os intensivos e longos anos de pesquisas sobre o cultivo da soja, em São Paulo, finalmente, em 1901, a soja passou ser uma importante cultura nos estados do Sul, certamente, pelas semelhanças e condições climáticas da região

com o país de origem das primeiras sementes trazidas para o Brasil (SANTA CATARINA, 2011).

Na década de 70, o Brasil iniciou um novo e grande desafio que culminou com uma explosiva expansão agrícola, rompendo barreiras rumo ao desenvolvimento com o cultivo de soja, milho e algodão, em novas áreas e biomas. Tal expansão foi possível pela forte presença do governo brasileiro, criando e incentivando órgãos de pesquisas e, principalmente, com investimentos em infraestrutura (LIMA FILHO; AGUIAR; TORRES JUNIOR, 2013).

Um aspecto importante, para o avanço e sucesso do cultivo de grãos no Brasil, mais especificamente da soja, foi a criação da EMBRAPA, em 1974. Este centro de pesquisa contribuiu com o desenvolvimento de sementes, adaptadas ao clima tropical, que muito contribuiu à viabilização e expansão da produção desta commodity, nos demais biomas brasileiros, nas regiões do Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Nordeste (MAPITIBA Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia) e Norte (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM, 2013; PAULA JÚNIOR, 2010).

Na década seguinte, nos anos 80, aconteceu uma expansão acelerada do cultivo da soja, no cerrado, na região Centro-Oeste do Brasil, mais precisamente nos estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Juntamente com esse desenvolvimento e avanço agrícola, deu-se a imigração de agricultores da região Sul, os quais saíram em busca por maiores áreas e terras baratas, viabilizando o monocultivo do grão (PAULA JÚNIOR, 2010).

A semelhança da fronteira agrícola, no cerrado, à região do Centro-Oeste brasileiro, a mais nova fronteira agrícola, o MAPITIBA, também, no cerrado, foi povoado com o êxodo dos sulistas atraídos pelo baixo preço das terras da região Nordeste frente ao de outras fronteiras já consolidadas como as terras de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, em que há uma atividade agropecuária bem intensa (ABRASEM, 2013).

Ao longo dos anos, a expansão agrícola tem avançado a extensas áreas com número cada vez maior de área plantada em todo Brasil. Na nova fronteira agrícola, no MAPITIBA, a área plantada aumenta a cada ano, visto que este avanço acontece com o aproveitamento de áreas de pastos degradado, bem de áreas de mata natural (LIMA FILHO; AGUIAR; TORRES JUNIOR, 2013).

O cerrado brasileiro tem uma área aproximada de 204,7 milhões de hectares, correspondente a 2.064.676 km², sendo 5% ocupadas com culturas agrícolas e, aproximadamente, 41% correspondem a áreas não cultivadas. Este bioma tem sofrido grande pressão antrópica da atividade pecuária que somam 36% entre pastagem nativa e cultivada,

mas, principalmente, pelo agronegócio da soja, em que 70% de sua produção nacional ocorrem neste bioma (SANO et al., 2002; SANTOS, 2014).

Essa região é caracterizada por apresentar uma vegetação de porte médio, de galhos retorcidos, solo pobre, para o desenvolvimento da agricultura com baixa fertilidade natural, acidez acentuada, reduzido teor de matéria orgânica (de 3 a 5%), sazonalidade de clima, elevado índice de precipitação pluviométrica, variando de 400 a 2400 mm ano, elevada temperatura e umidade relativa do ar, portanto são condições que mostram a fragilidade desse bioma (CUNHA et al., 2008).

Apesar de tantas características de fragilidade e diversidade neste bioma, o cerrado brasileiro é hoje um dos mais importantes entre os cinco existentes no país. Certamente que a superação de todos esses entraves se deu, com uma significativa e tecnificada agricultura, que proporcionou plenas condições de cultivo, em áreas jamais cultivadas, em que, até então, sem ocupação ou quando ocupadas por pastagens degradadas (VERA et al., 2007).

Hoje, é considerada uma promissora área de desenvolvimento socioeconômico do agronegócio brasileiro com extensas áreas de cultivo de soja, milho, feijão, algodão, café e cana-de-açúcar, predominando nítidas regiões produtoras como Luis Eduardo Magalhães, BA, Jataí e Rio Verde, GO e Lucas do Rio Verde, Sorriso e Sinop, MT (SANO et al., 2008).

Os locais de cultivo da soja, na região Nordeste, situam-se, em uma grande região geográfica, com significativas variações de temperatura e luminosidade, que afetam a produtividade das cultivares, segundo a época em que são semeadas. Determinadas épocas propiciam redução no porte das plantas e baixa inserção das vagens inferiores, basicamente, em decorrência de condições desfavoráveis de temperatura e de luminosidade (SETIYONO et al., 2007).

Para enfrentar esses inconvenientes, uma das alternativas é a determinação das melhores épocas de semeadura a diversas cultivares recomendadas. Para cada cultivar, encontra-se a indicação de época de semeadura preferencial tolerada e não tolerada. Após numerosos experimentos, em vários locais e anos, foram determinadas épocas de máxima produtividade, para as cultivares a serem utilizadas pelos produtores que, na região MAPITOBA, varia de novembro a janeiro (RODRIGUES et al., 2001).

A população de plantas, de um modo geral, mais apropriada para a região MAPITOBA, varia de 150 a 300 mil plantas por hectares. Para melhor acerto, os produtores de sementes e grãos devem seguir a descrição das cultivares mencionadas, obedecendo à particularidade de intervalo de cada uma delas. A adoção de determinada densidade depende

da época de semeadura e da fertilidade do solo (FARIA; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

2.4 Maranhão, regiões geográficas e edafoclimáticas

O Estado do Maranhão possui área superficial da ordem de 331.983,29 km², sendo o oitavo maior Estado brasileiro e o segundo do Nordeste, em extensão territorial, possuindo 216 municípios. Está localizado entre os paralelos 1°01' e 10°21' Sul e os meridianos 41°48' e 48°50' Oeste. Ao Norte limita-se com o Oceano Atlântico (639,5 km), ao Sul e Sudoeste com o Tocantins (1.060 km), a Oeste com o Pará (798 km) e a Leste e Sudeste limita-se com o Piauí (1.365 km) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2014).

O porto do Itaqui, na capital maranhense, São Luis, é um dos maiores portos brasileiros. Na safra de 2013/2014, foram exportados mais de 3,1 milhões de toneladas de grãos de soja e seus derivados, 7% de toda exportação nacional. Em 2015, dos 54,3 bilhões de toneladas de soja, exportados pelo Brasil, 9% passaram pelo porto maranhense, que é o 4º porto brasileiro em exportação (BRASIL, 2015).

Composição de cada região:

- a) **Norte Maranhense** – composta por 60 municípios, agrupados em seis microrregiões: Aglomerado Urbano de São Luís; Baixada Maranhense; Itapecuru Mirim; Lenções Maranhenses; Litoral Ocidental Maranhense e Rosário.
- b) **Sul Maranhense** – composta por 19 municípios, agrupados em três microrregiões: Chapadas das Mangabeiras; Gerais de Balsas e Porto Franco.
- c) **Leste Maranhense** – composta por 44 municípios, agrupados em seis microrregiões: Baixo Parnaíba Maranhense; Caxias; Chapadas do Alto Itapecuru; Chapadinha; Codó e Coelho Neto.
- d) **Oeste Maranhense** – composta por 52 municípios, agrupados em três microrregiões: Gurupi; Imperatriz e Pindaré.
- e) **Centro Maranhense** – composta por 42 municípios, agrupados em três microrregiões: Alto Mearim; Grajaú; Médio Mearim e Presidente Dutra.

O território maranhense é composto pelos biomas Amazônico, Caatinga e Cerrado. A grande totalidade, 80% da superfície, é geograficamente conceituada como da Amazônia Legal. Cerca de 264 mil km² da área total maranhense estão situados Oeste do meridiano

44°W e abrangem uma grande área em que estão localizados 118 municípios dos 217 existentes no Maranhão (IBGE, 2009).

A existência dos três biomas, em seu território, Cerrado (64,09%), Amazônico (34,78%) e Caatinga (1,13%) fazem o Maranhão apresentar grande diversidade morfológica e ambiental. Desta forma, é-lhes assegurada a classificação como região Pré-Amazônica ou Amazônia Legal (VALLADARES et al., 2007). Estas importantes características fazem do Estado do Maranhão aparecer no cenário nacional como uma das áreas de maior diversidade animal e vegetal (DIAS et al., 2009).

A localização geográfica do Maranhão, em área de transição entre as regiões amazônica (úmido) e nordeste (semiárida), estabelece grandes contrastes pluviométricos anuais. Portanto, há regiões em que há maior incidência de precipitação chegando a 2.784 mm, em outras pode haver precipitações mínimas de 700,4 mm anuais (IBGE, 2009).

A temperatura média, no estado, é superior a 22°C em virtude da proximidade com a região Equatorial. As temperaturas médias mais elevadas são registradas no centro-sul do estado, aproximadamente, 28,8°C de média, podendo haver ocorrência de sazonalidade, no segundo semestre do ano, época seca com elevadas temperaturas, consequência da estação chuvosa no primeiro semestre. certamente, influenciadas por alguns fatores como altitude, latitude, a vegetação e a continentalidade (VALLADARES et al., 2007; VILLELA; MENEZES, 2009).

Outro importante elemento natural é o tipo de solo. O estado é dotado de sete classes as quais expressam os solos de maior importância, levando-se em consideração o ponto de vista socioeconômico: Latossolo Amarelo, Plintossolo Argilúvico, Argissolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo petroplúntico, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos e Luvisolo Crônico. Estas classes representam cerca de 88% dos solos existentes no estado (CARVALHO FILHO, 2011).

A classe de solo de maior relevância, no estado do Maranhão, é o Latossolo Amarelo, o qual representa cerca de 33, 87% de todo território maranhense, ocupando cerca de 112.404,48 km² de extensão, na região Centro-Sul do cerrado, em que predomina constante avanço da monocultura da soja (CARVALHO FILHO, 2011).

O estado está incluso na macrorregião 5, regiões edafoclimáticas 501, 502 e 503, grupo de maturidade 8 – 9, entre as latitudes 0° e 10° com melhor época de semeadura, para a produção de sementes ou grãos entre os meses de novembro e dezembro, em função da sensibilidade do fotoperíodo com a adaptabilidade de cada cultivar variando de acordo com a variação da latitude (TRENTIN et al., 2013).

Portanto, na nova fronteira agrícola, MAPITOBA é recomendado à semeadura da soja entre os meses de novembro e dezembro, pelas significativas variações de temperaturas e luminosidades que afetam a produtividade, redução no porte das plantas e baixa inserção das vagens. Além desses problemas, a ocorrência de veranicos ocasiona fracassos na produção (SETIYONO et al., 2007).

2.5 O agronegócio da soja no Maranhão

O Maranhão tem estruturada sua economia sob dois dinâmicos e modernos eixos, o complexo minerometalúrgico e o agronegócio. É pela moderna e tecnificada produção que a soja e pecuária, que se expandem por todo estado, trazidas pelos sulistas, especificamente, pelos gaúchos, a razão do desenvolvimento socioeconômico por que passa o estado (BANDEIRA, 2013).

A sojicultura se expandiu no Brasil, a partir da segunda metade da década de 70, estimulada pelo comércio internacional. Nesta primeira fase, quando tudo começou, atingiu, plenamente, os estados do Sul do país, onde a cultura passou a ocupar grandes áreas antes exploradas por outras lavouras. O início ocorreu no Rio Grande do Sul e, mais tarde, com o desenvolvimento de novas tecnologias atreladas ao processo produtivo, expandiu-se a outros estados como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás até então considerados fronteira agrícola (LIMA FILHO; AGUIAR; TORRES JUNIOR, 2013).

Recentemente, a sojicultura passou por mais um processo de expansão sendo cultivada em extensas áreas do cerrado, nos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia e, por último, nos estados da região Norte, na Amazônia Legal. Hoje o Maranhão é um estado pertencente ao MAPITOBA, considerado a mais nova fronteira agrícola brasileira (ABRASEM, 2013).

O agronegócio da soja, no Maranhão, trouxe modernidade agrícola para o Estado advindo dos sulistas, atraídos pelas vantagens das terras mais baratas em relação a outras de fronteiras agrícolas já consolidadas. No estado, erradicaram-se no Sul, nas adjacências das cidades de Balsas, Tasso Fragoso, Alto Parnaíba, Fortaleza dos Nogueiras, Loreto, Simbaíba e São Raimundo das Mangabeiras, em que se expandem a sojicultura e a pecuária até hoje (BANDEIRA, 2013).

Estrategicamente, o Maranhão é capaz de sediar importantes corredores de exportação de *commodities* agrícolas, além de poder abrigar polos agroindústrias, nas regiões Centrais e Sul, onde deverão se expandir e se tornar mais intensas as atividades agrícolas incluindo a atividade pecuária (BANDEIRA, 2013).

A sojicultura no Maranhão avança em produção e em área plantada a cada ano. Na safra 2014/2015, o estado produziu mais de 2.2 milhões de tonelada de soja, ocupando 762 mil hectares, obtendo uma produtividade de 2.877 kg.ha⁻¹, tornando-se o nono maior produtor, no ranking nacional, dentre os 16 estados mais o Distrito Federal (BRASIL, 2015).

2.6 Importância das sementes e controle de qualidade

Na história da humanidade, as sementes ganharam importância como mecanismo de perpetuação da espécie, elemento modificador da história do homem, alimento, material de pesquisa. A história das sementes vem sendo cotada há 10 milhões de anos, quando o homem descobriu que as sementes, quando semeadas sob condições adequadas, são capazes de dar origem a uma planta igual àquela que a formou (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A semente é o principal insumo agrícola, na formação de estande em campo, mas também é uma via perigosa de propagação e contaminação, em áreas agricultáveis, por meio de doenças fúngicas e bacterianas. Portanto sementes de alta qualidade têm grande importância e satisfatório resultado na produção, justificados pela crescente demanda e necessidade de uso por sementes de alta qualidade (CARVALHO et al., 2014).

As empresas e produtores de sementes precisam cada vez mais de um programa de controle de qualidade, na produção de sementes, pois o mercado comprador está cada vez mais informado e exigente de seus direitos como consumidor, além de servirem como principal e rigoroso protocolo de avaliação das sementes (PESKE; VILLELA; MENEGHELLO, 2012).

O agronegócio brasileiro de soja se desenvolveu muito, nos últimos anos e os grandes avanços se deram graças às inovações tecnológicas implantadas, no setor sementeiro, os quais fizeram com que o Brasil desse um grande avanço em produtividade em suas atividades agrícolas nas últimas décadas (TRENTIN et al., 2013). Por isso, é justificável a importância do uso de sementes certificadas, de empresas produtoras de sementes que sejam idôneas, pois são sementes aferidas com alta qualidade, segurança em vários aspectos para os produtores e a certeza de um bom rendimento no cultivo de sua lavoura (WIELEWICKI et al., 2006).

As empresas produtoras de sementes têm apresentado preocupação com a qualidade das sementes que produzem. São constantes os trabalhos de pesquisas, no intuito de melhorar sua qualidade, aprimorar os métodos para determinar a qualidade das sementes dentro dos importantes atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, tudo isso visando a oferecer sementes de alta qualidade (PESKE; VILLELA; MENEGHELLO, 2012).

A qualidade da semente pode ser afetada por diversos fatores, que ocorrem desde a fecundação do óvulo até a sua semeadura (BRACCINI; SCAPIM, 2001). No campo, diversos são os fatores que podem influir na qualidade das sementes como os extremos de temperaturas, mudanças bruscas e constantes de umidade do ambiente, veranicos, nutrição das plantas, doenças das mais diversas, ataques de insetos pragas, além do inadequado manejo de colheita (BINOTTI et al., 2008).

Além dos fatores acima citados, Zuchi et al. (2013), também, relacionam os fatores genéticos, como cultivares adaptadas a cada região, fertilidade do solo, nutrição mineral, condições de armazenamentos e tratamentos pós-semeadura como relevantes para se obter sementes de alta qualidade.

O período de pré-colheita é uma importante etapa com considerável relevância, em se tratando de regiões de elevada temperatura e umidade relativa do ar, pois a exposição alternada das sementes à chuva e à seca, no período de pós-maturidade fisiológica, causa danos mecânicos e consequente desestruturação dos sistemas de membranas que evoluem para a deterioração das sementes (VILLELA; MENEZES, 2009).

Neste sentido, a permanência das sementes de soja, no campo, após a maturidade fisiológica, acarreta frequentes perdas na sua qualidade, pois estando expostas às adversidades climáticas do ambiente e o tegumento não tendo relativa impermeabilidade, as sementes ficam sujeitas a não controlar a absorção da água, causando enrugamento do tegumento e estrias nos cotilédones, que favorecem a entrada dos fungos de armazenamento, acelerando ainda mais o processo de deterioração (PESKE; PEREIRA, 1983).

No Brasil, sendo o segundo maior produtor de soja, país tropical, em que as novas fronteiras agrícolas estão inseridas, é comum encontrar elevadas precipitações, altas temperaturas e umidade relativa do ar (VILLELA; MENEZES, 2009). Portanto as sementes de soja, por serem higroscópicas, têm tendência de hidratar e desidratar, sucessivas vezes, a depender do meio. Portanto regiões com temperatura acima de 30°C e elevadas precipitações pluviométricas, durante a fase de enchimento das sementes, contribuem para diminuir o potencial seu fisiológico (MENEZES et al., 2009).

Segundo Marcos Filho (2005), a hidratação e desidratação sucessivas, em condições de campo, ocasionam maiores danos por embebição, além disso, ficam sujeitas a sérios danos e a altos índices de infecção, principais fatores relacionados à baixa qualidade sanitária e fisiológica (COSTA et al., 2003).

A rápida e uniforme germinação das sementes são fatores intrínsecos às sementes dotadas de elevado vigor. Elas são capazes de tolerar as adversidades climáticas ambientais

por ocasião da semeadura. Portanto o uso de sementes de baixa qualidade expressa baixo vigor e resulta em menores porcentagens de germinação e velocidade de emergência das plântulas e reduz, significativamente, a produção (KAPPES et al., 2012; MINUZZI et al., 2010).

Para Kolchinski, Schuch e Peske (2006) e Scheeren et al. (2010), a utilização de sementes de alto vigor é justificada pelas respostas constatadas em campo, quando as plantas apresentam maior área foliar; maior taxa de crescimento e velocidade, nos processos metabólicos, emissão rápida e uniforme da raiz principal; no processo de germinação, maior taxa de crescimento, maior altura e, por fim, não menos importante, produtividade 9% superior à alcançada com sementes de baixo vigor.

A qualidade das sementes não está na simples indicação dos percentuais do teste padrão de germinação, pureza e vigor de um lote de sementes. A sanidade é, também, um fator de relevância a ser considerado, uma vez que a semente é um meio eficaz na transmissão de agentes fitopatogênicos, proporcionando danos e contaminações de solos em grande escala (GOULART, 1997), além de resultar em baixa germinação e vigor e sérias consequências na redução de emergência e produtividade (HAMAWAKI et al., 2002).

Mertz, Henning e Zimmer (2009) afirmam que, no cultivo de soja, existem inúmeras doenças de importância econômica, causadas ou transmitidas, via sementes infectadas por fungos patogênicos, que se associam a ela no campo ou até mesmo no período em que fica armazenada. Essas doenças causam prejuízos no rendimento e, principalmente, na qualidade das sementes.

Os microrganismos patogênicos que tentem a se associar às sementes de soja são em mais de 40 espécies de fungos e grande parte deles pode ser transmitida por esta via. Entre os principais, presentes na sojicultura, são: *Phomopsis sp.* (seca da haste e da vagem), *Colletotrichum truncatum* (antracnose), *Cercospora kikuchi* (mancha púrpura e crestamento de cercospora), *C. sojina* (mancha olho de rã), além de *Fusarium semitectum* (mancha de fusarium) (HENNING, 2005), considerados fungos de campo que podem causar epidemias ao infectarem as sementes e contribuir para a redução do vigor e da germinação (TALAMINI; CARVALHO; OLIVEIRA, 2012).

2.7 Armazenamento de sementes

O objetivo básico do armazenamento das sementes, após a maturidade fisiológica, colheita e beneficiamento, é manter a qualidade das sementes, reduzindo a velocidade de deterioração, garantindo sua viabilidade da colheita até o plantio. Porém, dependendo da

finalidade, este período de tempo pode estender, principalmente, a bancos de germoplasmas e a sementes genéticas (GUEDES et al., 2010).

A finalidade do armazenamento de sementes é manter a qualidade física, fisiológica e sanitária, minimizando a perda natural do vigor, acondicionadas em adequados ambientes e embalagens que permitam evitar a troca de vapor de água entre as sementes e o ambiente externo, com o intuito de se conservar o máximo possível a sua qualidade, para serem usadas no futuro (BESSA et al., 2015; CARDOSO; BINOTTI; CARDOSO, 2012; CARVALHO et al., 2014).

O grande desafio dos produtores e armazenadores de sementes de soja, nas regiões mais quentes, é a elevada temperatura e umidade relativa do ar que ocorre o ano inteiro. Este implacável fator climático, que ocorre na maioria dos estados produtores de sementes, na nova fronteira agrícola, torna-se desafiador manter a qualidade das sementes durante o armazenamento no período de entressafra (FRANÇA NETO et al., 2007).

As sementes comerciais, geralmente, são armazenadas, em curto período de tempo, que vai da colheita à semeadura do ano agrícola seguinte (MEDEIROS; EIRA, 2006). Para as sementes da maioria das grandes culturas, o armazenamento dura de 6 a 8 meses. Aparentemente é um sistema pouco exigente em relação aos demais sistemas do beneficiamento. Porém deve-se ter os devidos cuidados, para que elas sejam armazenadas com baixo teor de água, baixa temperatura e umidade relativa do ar, principalmente, em regiões de baixa latitude e clima tropical, pois são fatores que elevam a atividade respiratória, promovendo a perda de massa e, conseqüentemente, acelera a taxa de deterioração (FORTI et al., 2010; FORTI; CICERO; PINTO, 2010; SMANIOTTO et al., 2014).

A conservação da qualidade fisiológica de sementes, em grandes volumes, em armazéns de regiões de baixa latitude e clima tropical, são desafiadores, pois carece de sofisticados meios de controle da temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento, o que tem elevado o custo de produção. No entanto, com a globalização e com a acirrada competição de mercado, as empresas produtoras de sementes passaram a adotar o sistema de refrigeração nos armazéns, inclusive, em regiões de clima subtropical (LIMA et al., 2014).

O armazenamento das sementes é uma importante atividade na preservação de qualidade das sementes de soja na pós-colheita. Tem sua relevância, especialmente, no Brasil, por ter produção de sementes concentradas, em fronteiras agrícolas que apresentam altas temperaturas e umidade relativas do ar, na maior parte dos meses do ano (SMIDERLE; GIANLUPPI 2006), fator decisivo na rápida deterioração das sementes (ZUCHI et al., 2013).

Portanto, com a abertura de novas fronteiras agrícolas em regiões de clima quente e úmido e a preocupação com a qualidade de suas sementes, as empresas procuram armazenar suas sementes, em galpões climatizados, construídos com isolamento térmico e impermeabilidade ao vapor de água. A climatização é permanente, com aparelhos que permitam manter a temperatura em torno de 10°C e a umidade relativa do ar em torno de 45 % (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O ambiente controlado, com baixa temperatura e baixa umidade relativa do ar e o armazenamento das sementes de soja com baixo teor de água, são formas eficientes para reduzir a atividade dos fungos de armazenamento que são os principais fatores que aceleram o processo de deterioração das sementes. Estes fungos, geralmente, já vêm junto com as sementes do próprio campo (FRANDOLOSO, 2012).

De acordo com Smiderle e Gianluppi (2006), a temperatura ideal, para armazenamento das sementes, nas regiões tropicais, é que não exceda a 25°C no ambiente e conserve a umidade relativa do ar na faixa de 70% (EMBRAPA, 2003). Estudos realizados, no Estado de Roraima, sobre armazenamento de sementes de soja, apresentam que a umidade relativa do ar de 70% e temperatura próxima a 25°C são ideais para minimizar a taxa de deterioração das sementes de soja. Desta forma, Lima Filho, Aguiar e Torres Junior (2013) garantem uma boa condição de armazenamento, naquela região, proporcionando baixa deterioração nos lotes de sementes.

As sementes começam a deteriorar quando ainda no campo e o processo continua ao longo de sua existência. Tal processo é progressivo e nunca evitado, mas à medida que são armazenadas sob boas condições de temperatura e umidade relativa do ar é minimizado. Portanto estes fatores climáticos são importantes, no processo de evolução da deterioração das sementes, durante o armazenamento (SANTOS; MENEZES; VILELA, 2004).

A qualidade inicial das sementes é fator determinante, para uma maior longevidade, durante o armazenamento, e a qualidade está condicionada a diversos fatores tais como: o vigor da planta na qual foi produzida, as condições climáticas durante a maturação das sementes e pós-maturidade fisiológica, grau de maturação no momento da colheita, ataque de pragas e doenças, injúria mecânica e secagem. Fatores como esses fazem com que as sementes cheguem aos armazéns em lotes com diferentes níveis de qualidade (MARCOS FILHO; KIKUTI; LIMA, 2009).

No armazenamento das sementes, também, deve-se levar em consideração os fungos de importância econômica, os considerados fungos de armazenamento. São inúmeras as espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* considerados comuns durante o

armazenamento. Porém a composição e o desenvolvimento da flora fúngicas destes gêneros fitopatogênicos, nos armazéns de sementes, está condicionado, principalmente, ao teor de água inicial das sementes, à umidade relativa e à temperatura do ambiente (PESKE; VILLELA; MENEGHELLO, 2012).

Em condições de alta umidade e de temperatura, estes microrganismos, durante o armazenamento, passam a ter ação direta na aceleração da deterioração das sementes. Certamente que a infecção e contaminação por fungos, interagindo com outros fatores do ambiente e somados aos danos mecânicos, aceleram, consideravelmente, a deterioração e danos irreparáveis ao lote de sementes Bonner (2008).

A longevidade de alguns fungos de campo que são transmitidos por sementes é mais curto que seus hospedeiros, morrendo poucos meses após o armazenamento das sementes. No entanto outros vivem nas sementes por vários anos e dependendo das condições de armazenamento exercem grande influência nos resultados dos testes finais de avaliação (PESKE; VILLELA; MENEGHELLO, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da região e materiais

As sementes foram coletadas, no estado do Maranhão, situado na região Nordeste. O clima do Maranhão, pela classificação climática Köppen, é Aw, tropical, inverno seco e um verão úmido, temperatura média anual de 27°C, a precipitação anual normal é de 1.800 mm sendo os maiores volumes de chuvas em abril e o mês mais seco outubro (BRASIL, 2009).

As sementes foram coletadas em três regiões distintas do Maranhão: 1) Região Sudoeste, pertencente ao grupo de maturidade 8 – 9, latitude entre 0° e 10°, macrorregião 5, região edafoclimática 501, (Latitude 5°31'32" S, Longitude 47°28'37" O e Altitude 137 m) com distribuição média mensal de precipitação no período de cultivo que vai de dezembro a maio de (150mm) e temperatura média deste período de (28°C) e umidade relativa média do ar de 85%; 2) Região Norte, pertencente ao grupo de maturidade 8 – 9, latitude entre 0° e 10°, macrorregião 5, região edafoclimática 502, (Latitude 3°44'26" S, Longitude 43°21'33" O e Altitude 93 m), com distribuição média mensal de precipitação no período de cultivo que vai de janeiro a junho de (270mm) e temperatura média deste período de (27°C) e umidade relativa média do ar de 82%; 3) Região Sul, pertencente ao grupo de maturidade 8 – 9, latitude entre 0° e 10°, macrorregião 5, região edafoclimática 501, (Latitude 7°31'39" S, Longitude 46°02'06" O e Altitude 243 m) com distribuição média mensal de precipitação no período de cultivo que vai de dezembro a maio de (160mm) e temperatura média deste período de (28°C) e umidade relativa média do ar de 85%.

Foram coletadas duas amostras de 5kg de 52 lotes de 13 cultivares de sementes de soja da safra 2014/2015, produzidas nas três regiões, conforme descrito na Tabela 1. Logo após a colheita, as sementes foram beneficiadas e armazenadas, em câmara fria das próprias empresas, em temperaturas que variaram entre 16 e 17°C e umidade relativa de 65%. As sementes foram acondicionadas em embalagens de papel multifoliado para 5 kg.

Uma das amostras de cada lote permaneceu armazenada por seis meses, no próprio armazém climatizado de cada fazenda (municípios de Chapadinha, Imperatriz e Balsas), que cederam as sementes. As outras amostras foram acondicionadas e lacradas em caixas de isopor e enviadas para ao Laboratório de Análise de Sementes – LAS na Universidade Federal de Lavras – UFLA – cidade de Lavras Minas Gerais, para a realização imediata dos testes para a avaliação da qualidade.

Tabela 1 - Localidades, cultivares e número de lotes de sementes de soja coletados em cada região.

| Regiões | Cultivares | Nº de Lotes |
|----------|-----------------|-------------|
| Norte | PAMPEANA 10 RR | 5 |
| | BRS TRACAJÁ | 5 |
| | BRS 333 RR | 5 |
| | BRS CARNAÚBA | 5 |
| | M - 9144 RR | 3 |
| Sudoeste | BRS 9090 RR | 2 |
| | BRS SAMBAÍBA | 3 |
| | BRS SAMBAÍBA RR | 1 |
| Sul | TRACAJÁ | 3 |
| | URUCUÍ | 5 |
| | 9144 RR | 5 |
| | PARAGOMINAS | 5 |
| | GRACIOSA | 5 |

Fonte: Do autor (2016)

Algumas características agronômicas e bioquímicas das cultivares estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3, cultivares essas que são recomendadas para o cultivo no Estado do Maranhão (EMBRAPA, 2005).

Tabela 2 - Características agronômicas, físicas e bioquímicas das cultivares de sementes de soja coletadas em três regiões de cultivo no Maranhão.

| Cultivares | C (cm) | A(cm) | P 100 (g) | C f | C h | P (%) | O (%) |
|--------------|--------|-------|-----------|--------|---------------|-------|-------|
| BRS 9090 RR | Det. | 83 | 15,8 | Branca | Marrom | 39 | 21 |
| BRS SAMBAÍBA | Det. | 74 | 13,8 | Branca | Marrom | 40,5 | 23,8 |
| BRS SAMB. RR | Det. | 76 | 15,4 | Branca | Preta | 38,3 | 22,4 |
| TRACAJÁ | Det. | 93 | 14,9 | Roxa | Preta | 41,4 | 21,2 |
| URUCUÍ | Det. | 70 | 13,8 | Branca | Preta | 39 | 21 |
| 9144 RR | Det. | 84 | 15,8 | Roxa | Marrom | 40,5 | 23,8 |
| PARAGOMINAS | Det. | 100 | 14,9 | Roxa | M. claro | 38,3 | 22,4 |
| GRACIOSA | Det. | 70 | 13,8 | Roxa | Preta | 39 | 21 |
| PAMPEANA RR | Det. | - | - | Roxa | Preta | - | - |
| BRS TRACAJÁ | Det. | 93 | 14,9 | Roxa | Preta | 41,4 | 21,2 |
| BRS 333 RR | Det. | 76 | 14 | Roxa | P. Imperfeita | 37,5 | 20,3 |
| BRS CARNAÚBA | Det. | 75 | 16 | Branca | Preta | 41,5 | 21,4 |
| M - 9144 RR | Det. | 84 | 15,8 | Roxa | Marrom | 39 | 21 |

Crescimento de plantas (C), Altura de plantas (A), Peso de 100 sementes (P 100), Cor da flor (Cf), Cor do hilo (Ch), Teor de proteína (P) e Teor de óleo (O).

Fonte: Do autor (2016)

Tabela 3 - Características agronômicas das cultivares de sementes de soja coletadas em três regiões de cultivo no Maranhão.

| Cultivar | C M (dias) | P (x 1000) | E P | E S |
|----------------|------------|------------|---------------|------------------|
| BRS 9090 RR | 100 a 127 | 180 a 230 | 15/11 a 15/12 | Média/alta |
| BRS SAMBAÍBA | 107 a 146 | 150 a 250 | 15/11 a 15/12 | Baixo/médio/alto |
| BRS SAMB. RR | 104 a 131 | 180 a 230 | 15/11 a 15/12 | Média/alta |
| TRACAJÁ | 108 a 120 | 200 a 250 | 15/11 a 15/12 | Média/alta |
| URUCUÍ | 123 | 180 a 200 | 15/11 a 20/12 | Baixo/médio/alto |
| 9144 RR | 125 | 180 a 220 | 15/11 a 15/12 | Média/alta |
| PARAGOMINAS | 132 | 150 a 180 | 01/11 a 29/12 | Média/alta |
| GRACIOSA | 105 a 110 | 320 a 360 | 20/10 a 01/12 | Alta |
| PAMPEANA 10 RR | - | - | - | - |
| BRS TRACAJÁ | 108 a 120 | 200 a 250 | 15/11 a 15/12 | Média/alta |
| BRS 333 RR | 118 a 128 | 180 a 220 | 15/11 a 15/12 | Média/alta |
| BRS CARNAÚBA | 117 a 133 | 180 a 230 | 15/11 a 15/12 | Média/alta |
| M - 9144 RR | 125 | 180 a 220 | 15/11 a 15/12 | Média/alta |

Ciclo de Maturação (CM), População de plantas (P), Época de plantio (EP), Exigência de solo (ES).
Fonte: Do autor (2016)

As análises foram realizadas, na UFPA, Laboratório de Análise de Sementes Departamento de Agricultura e no Laboratório de Patologia de Sementes, Departamento de Fitopatologia.

Para as análises físicas e fisiológicas, foram utilizadas as seguintes determinações: Teor de água, Germinação, Primeira contagem, Envelhecimento acelerado, Condutividade elétrica, Emergência (canteiro), Índice de velocidade de emergência (canteiro), tetrazólio (viabilidade e vigor). Na análise sanitária foi utilizado o Blotter-test.

3.2 Metodologia dos Testes

Teor de água - foi realizado pelo método de estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, utilizando-se 4 repetições de 50 sementes, seguindo as especificações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (%TA).

Tetrazólio – o teste de tetrazólio foi realizado, para verificar os tipos e os percentuais de danos causados por umidade, por percevejo e por danos mecânicos e, também, a viabilidade e o vigor, em cada lote; para tanto, quatro repetições de 50 sementes foram submetidas a um pré-umedecimento, em papel germitest por 18 horas, em câmara BOD a 25°C . Após o umedecimento, as sementes foram colocadas em potes plásticos escuros em solução de tetrazólio (cloreto 2, 3, 5 trifênil tetrazólio), a 0,075%, na qual as sementes permaneceram por 3 horas a 40°C , na ausência de luz. Ao final do período de coloração, a

solução foi descartada e as sementes lavadas em água corrente e mantidas imersas até o final da avaliação. O resultado foi expresso pela porcentagem de danos, viabilidade (potencial de germinação, somatório dos valores classificados nos níveis 1 a 5), vigor (somatório dos níveis 1 a 3), conforme metodologia proposta por Krzyzanowski, West e França Neto (2001).

Germinação (substrato papel) – as sementes foram distribuídas em rolo de papel “germitest”, umedecido com água em 2,5 vezes o peso do papel seco. Em seguida, os rolos com as sementes foram levados ao germinador regulado a 25°C. As avaliações foram realizadas conforme descritas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes, com os resultados expressos em porcentagens de plântulas normais (%Gp).

Primeira contagem de germinação – realizado conjuntamente ao teste de germinação, avaliado no quinto dia após a semeadura, registrando a porcentagem de plântulas normais (%PC) seguindo os critérios das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Envelhecimento acelerado – as sementes foram distribuídas em camada única e uniforme sobre telas de inox e colocadas em caixas tipo gerbox tampadas e lacradas com papel filme, contendo 40 mL de água destilada no fundo. Em seguida, foram acondicionadas em câmara tipo BOD a 41°C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após esta primeira fase, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito acima, utilizando quatro repetições de 50 sementes. A avaliação foi realizada aos 5 dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (%EA).

Condutividade elétrica – quatro repetições de 50 sementes da porção de sementes puras foram pesadas e colocadas, para embeber, em 75 mL de água deionizada e mantidas em câmara BOD 25°C, por 24 horas. A leitura da condutividade elétrica foi realizada com o auxílio de um condutivímetro Digimed CD-21. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, de acordo com metodologia descrita por Vieira (1994).

Emergência – as sementes foram semeadas, manualmente, a 3 cm de profundidade, em linhas 1,0 m paralelas, distante entre si de 0,2 m, em canteiros preparados com substrato areia e solo na proporção 2:1, com irrigação diária. Foram utilizadas 200 sementes (4 repetições de 50 sementes). A contagem das plântulas normais emergidas foi efetuada, aos 14 dias após a semeadura, e os resultados foram expressos em porcentagens de plântulas normais (%E).

Índice de velocidade de emergência – o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi realizado, simultaneamente, com o teste de emergência. A avaliação foi realizada, diariamente, a partir da emergência da primeira plântula (cotilédone totalmente fora do

substrato), computando-se o número de plântulas emergidas até a estabilização. O índice foi determinado por meio da fórmula proposta por Maguire (1962).

Sanidade – o teste de sanidade foi realizado pelo método do papel de filtro (Blotter-test). Para tanto, foram usadas 200 sementes distribuídas, em quatro repetições de 50 sementes, semeadas em placa de Petri com 15 cm de diâmetro, contendo três folhas de papel filtro, umedecidas com água destilada e meio Água-Ágar, ambos esterilizados e adicionados 2,4D. Após a semeadura, as placas foram colocadas em câmara de crescimento fúngico à temperatura de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas. Após 7 dias, as sementes foram avaliadas, individualmente, em microscópio ótico e lupa estereoscópio, para identificação e contagem dos patógenos, e os resultados expressos pela porcentagem de incidência de cada fungo encontrados.

3.3 Qualidade das sementes após o armazenamento

Após seis meses de armazenamento, as mostras que estavam armazenadas na câmara fria, em temperatura entre 16 e 17°C , em suas respectivas regiões, região Norte, Sul e Sudoeste do estado do Maranhão, foram tomadas, acondicionadas e lacradas em caixas de isopor e enviadas para o Laboratório de Análise de Sementes – LAS na Universidade Federal de Lavras – UFLA– cidade de Lavras, Minas Gerais. Para a avaliação da qualidade, foram utilizadas as mesmas determinações adotadas, no início do armazenamento, com exceção do teste de tetrazólio, utilizando a mesma metodologia descrita anteriormente.

3.4 Procedimento Estatístico

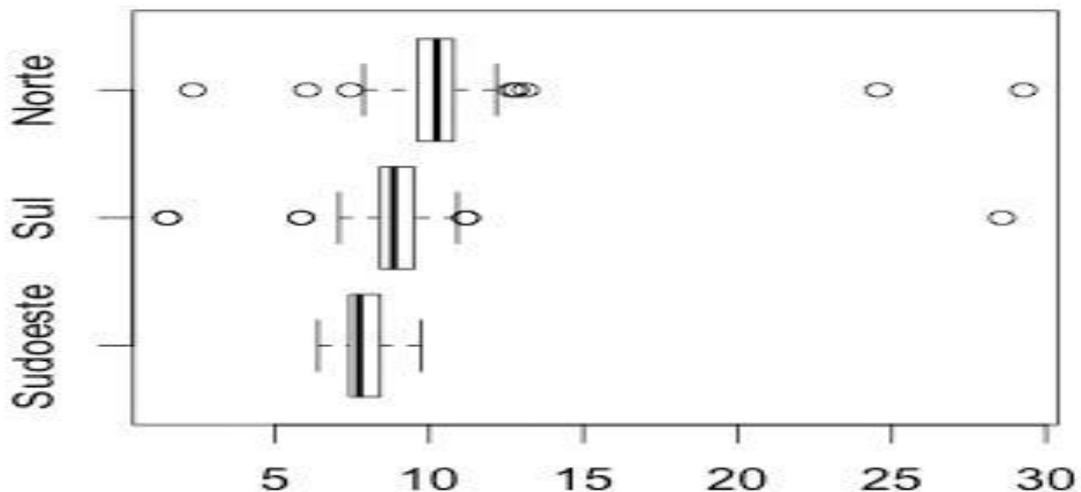
O experimento foi exploratório qualitativo, comparando as regiões antes e após o armazenamento das sementes. Utilizado o software R e comparação das médias pelo Teste de Tukey (5% de probabilidade), com construção de boxplot para a exploração dos dados, exceto para o teste de tetrazólio, no qual foram comparadas apenas as médias para cada região.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Qualidade física e fisiológica pós-colheita

Pelos resultados do teste de umidade, relatado na Figura 1, observa-se que as sementes de soja das cultivares produzidas, nas regiões Sudoeste, Sul e Norte do estado do Maranhão, apresentaram teor de água médio entre os lotes de 7,8%, para as cultivares da região Sudoeste, 8,9% para os da região Sul e 10% para as amostras da região Norte, valor superior ao das macrorregiões Sudoeste e Sul, que podem estar relacionadas ao não controle eficiente do sistema de refrigeração. Observa-se, ainda, pela Figura 1 que a variabilidade entre as médias do teor de água entre os lotes, nas diferentes regiões, foi muito baixa. Nota-se que estes teores de água são baixos, no entanto vale ressaltar que, quando foi realizada a amostragem, as sementes já estavam armazenadas em câmara fria e, provavelmente, já haviam entrado em equilíbrio com o ambiente de armazenamento.

Figura 1 - Valores médios do teor de água de sementes de soja coletadas em três macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

De acordo com Peske, Villela e Meneghello (2012), as sementes são higroscópicas e têm a capacidade de realizar troca de umidade com o ambiente em que se encontram. Dado ao fato das sementes serem oleaginosas, apresentam menor teor de água de equilíbrio por serem lipídicas. Portanto as sementes de soja, em razão do binômio teor de proteína (40%) e lipídeo (18%), podem reduzir o seu teor de água para próximo de 8%. Os autores, ainda, ressaltam que o ambiente com elevada temperatura e umidade relativa do ar são fatores que

influenciam, diretamente, a qualidade fisiológica e sanitária das sementes, pois afeta o equilíbrio higroscópico que lhes proporciona rápida deterioração e a atividade dos fungos de armazenamento nas sementes.

Na Tabela 4, estão apresentados os resultados das médias do percentual de viabilidade, de vigor e dos tipos de danos detectados pelo teste de tetrazólio, em sementes de soja das três regiões avaliadas do Estado do Maranhão, de onde as amostras foram coletadas. Quanto aos tipos de danos, observa-se com relação aos danos mecânicos que as amostras coletadas, na região Sudoeste, estavam com alto percentual (77%), superior às coletadas nas regiões Sul (45%) e Norte (40%) que, mesmo assim, esses valores são considerados altos. Também os maiores percentuais de danos por umidade foram encontrados nas sementes produzidas, na região Sudoeste (28%) e com relação aos danos por percevejo, os maiores percentuais foram, também, para as sementes da região Sudoeste (28%) e Norte (30%) do estado. Estes danos, provavelmente, tenham refletidos na maior viabilidade encontrada, para as amostras coletadas no Sul, onde houve os menores danos concomitantes aos maiores percentuais de vigor e viabilidade das sementes.

Observa-se que as sementes, que foram produzidas na região Sul, foram, estatisticamente, superiores quanto à viabilidade em relação àquelas produzidas na região Sudoeste que não diferiu das produzidas no Norte do estado.

Tabela 4 - Resultados médios (%) danos mecânicos (Dm), danos por umidade (Du), danos por percevejo (Dp), de viabilidade (V) e vigor (Vg), detectados pelo teste tetrazólio, nas amostras de sementes de soja, coletadas nas regiões Sul, Sudoeste e Norte do estado do Maranhão.

| Regiões | Dm (%) | Du (%) | Dp (%) | V (%) | Vg (%) |
|----------|--------|--------|--------|-------|--------|
| SUDOESTE | 77 a | 28 a | 28 a | 89 b | 84 a |
| SUL | 45 b | 9 b | 14 b | 94 a | 87 a |
| NORTE | 40 b | 11 b | 30 a | 92 ab | 85 a |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2016).

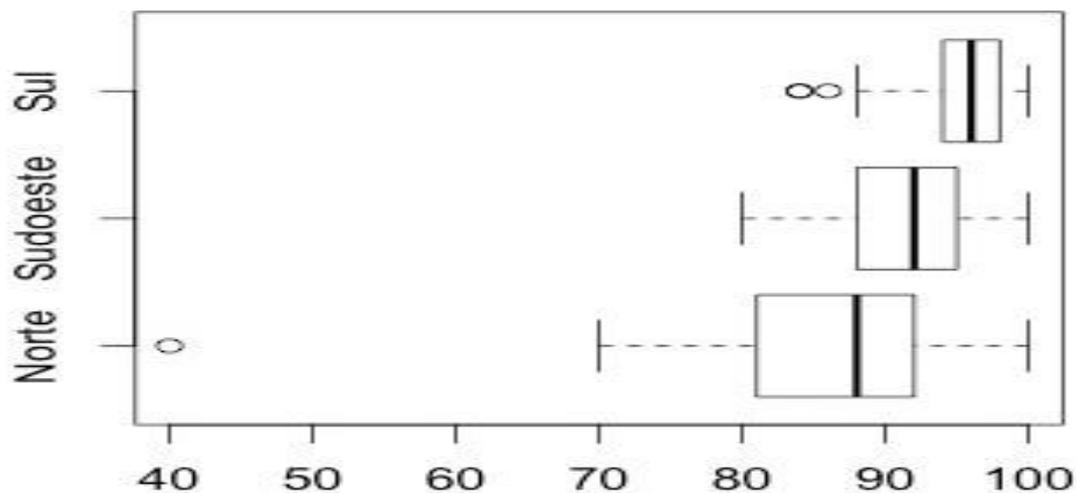
Quanto ao vigor, não houve diferença entre as amostras coletadas, nas diferentes regiões, com médias acima de 80%.

Nota-se, pelos resultados do teste de germinação (FIGURA 2), que houve diferenças significativas no potencial de desempenho entre as cultivares de sementes produzidas nas regiões Sul, Sudoeste e Norte com médias 95%, 91% e 86%, respectivamente, para cada

região produtora de sementes no estado do Maranhão. Portanto verifica-se que as sementes produzidas, no Sul do estado, são de qualidade superior (95%) em relação às demais regiões estudadas, e as sementes que foram produzidas no Norte foram inferiores, confirmando os resultados obtidos no teste de tetrazólio (TABELA 4). No entanto, com estes resultados, pode-se verificar que, nas amostras de sementes coletadas em todas as regiões do estado do Maranhão, o percentual de germinação foi superior ao padrão estabelecido para comercialização de sementes de soja no país, que é de 80% (BRASIL, 2005).

Observando os resultados das cultivares das regiões Sudoeste e Sul, verifica-se que houve menor variabilidade entre os resultados das amostras. Trabalho semelhante, também, foi realizado por Chagas (2014), avaliando amostras de sementes de soja das cultivares produzidas, nas diferentes regiões do Estado de Mato Grosso, no qual se identificou germinação média de 76,37 %. Vale ressaltar que, neste trabalho, a autora coletou amostras no ato do plantio, quando as sementes já estavam armazenadas em diferentes condições.

Figura 2 - Resultados médios (%) de germinação de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.

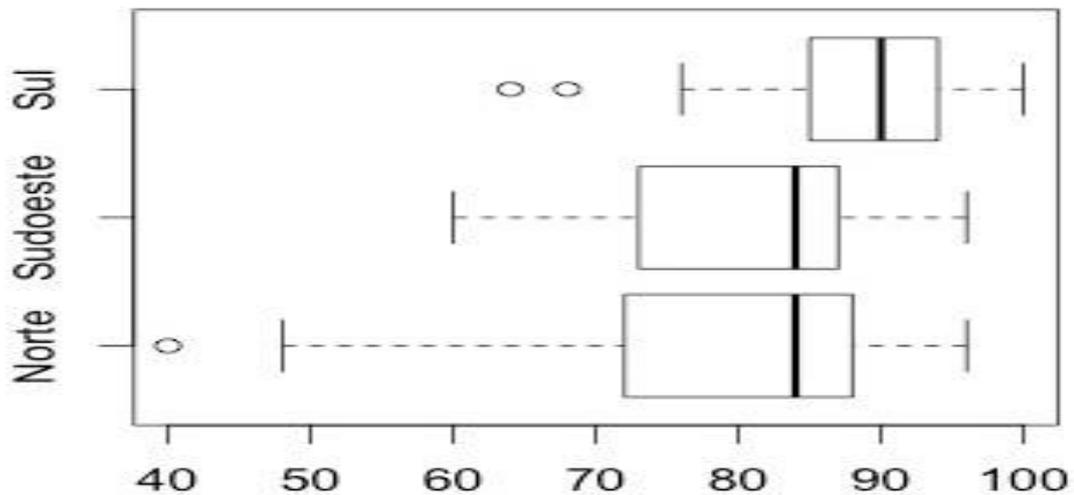


Fonte: Do autor (2016).

Na primeira contagem do teste de germinação das sementes das cultivares produzidas, nas três regiões do estado do Maranhão, houve resultados médios de 81%, 82% e 89%, respectivamente, às regiões Norte, Sudoeste e Sul (FIGURA 3). Desta forma, os lotes de sementes das cultivares produzidas na região Sul são de vigor superior em relação às demais cultivares das regiões Norte e Sudoeste. No entanto pode-se notar que os resultados encontrados entre as regiões (Norte e Sudoeste) foram, significativamente, semelhantes para

esta avaliação e tiveram uma maior variabilidade entre as médias, sendo estas variações assimétricas; na região Sul houve menor variabilidade entre as médias e foi simétrica.

Figura 3 - Resultados médios (%) de primeira contagem de germinação de sementes de soja coletadas nas três macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.

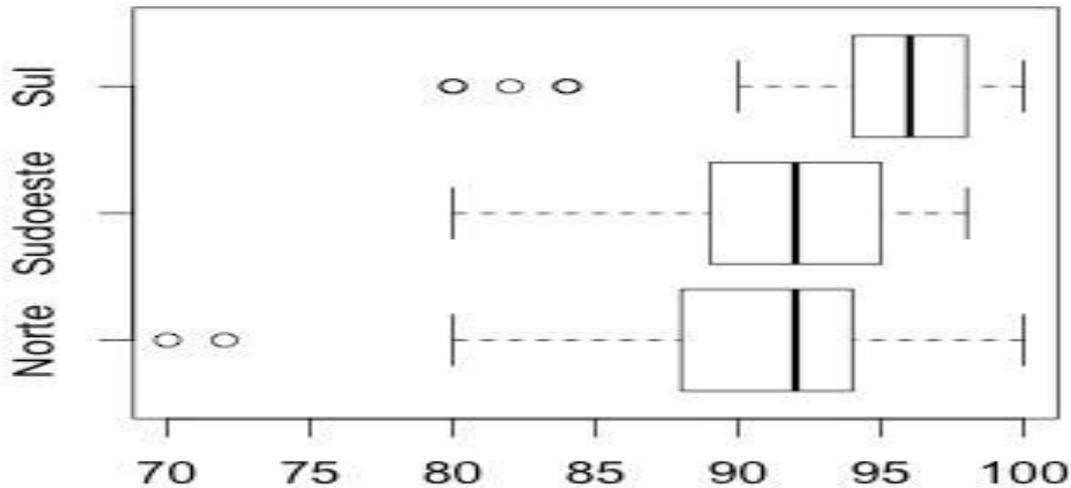


Fonte: Do autor (2016).

Os lotes de sementes da região Sul apresentam melhor vigor detectado pelo teste de primeira contagem de germinação, ou seja, as sementes germinaram mais rápido, ao quinto, dia após a semeadura das sementes. Assim, quanto mais rápido ocorrer a germinação e o desenvolvimento de plântulas maior vigor terá este lote.

Na Figura 4, estão apresentados os resultados médios do porcentual de germinação, após o envelhecimento acelerado das sementes de soja, coletadas nas diferentes regiões do estado do Maranhão. Nota-se que as sementes das cultivares da região Sul apresentaram maior média de vigor (95%), em relação às demais cultivares das regiões Sudoeste (91%) e Norte (90%), que não diferiram entre si. Pelos resultados nota-se por este teste que, também, houve menor variabilidade entre as médias, para as sementes produzidas na região Sul, portanto quanto melhor a qualidade menor é a variabilidade.

Figura 4 - Resultados médios (%) de germinação após o teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja coletadas em três macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

Gomes et al. (2012) e colaboradores, ao compararem o vigor pelo teste de envelhecimento entre as sementes do cultivar CD 212 RR 85%, CD 213 RR 84% e CD 214 80% da cidade de Guarapuava, CD 212 RR 58%, CD 213 RR 78% e CD 214 77% cultivadas em Campo Mourão, ambas as cidades no estado do Paraná obtiveram resultados diferenciados entre cultivares e inferiores aos obtidos no presente trabalho.

Segundo Peske, Villela e Meneghello (2012), o envelhecimento acelerado foi desenvolvido, para estimar a longevidade das sementes, quando acondicionadas em armazenamento. Porém pesquisas têm mostrado que este teste de vigor tem servido para correlacionar com a emergência em campo e com o estabelecimento e formação de estande para um bom número de espécies. O teste se fundamenta em submeter as sementes às condições adversas de alta temperatura e umidade relativa do ar (minicâmara), em diferentes períodos, a depender da espécie e, posteriormente, submetê-las ao teste de germinação.

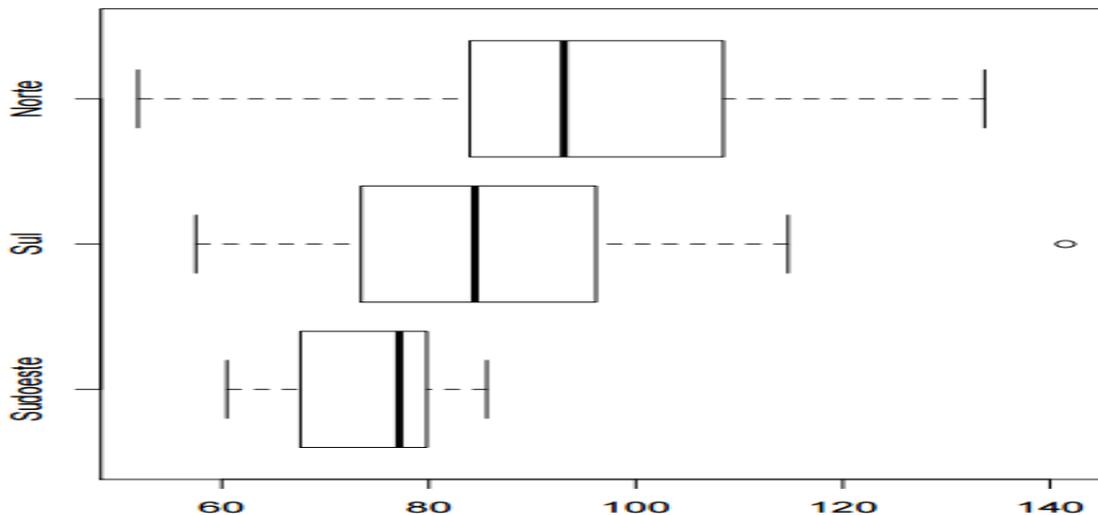
Na Figura 5, estão apresentados os resultados médios do teste de condutividade elétrica, realizado com as sementes de diferentes cultivares de soja, coletadas nas três regiões produtoras de sementes no estado do Maranhão.

Observa-se que os valores médios encontrados diferem, estatisticamente, entre si; os menores valores médios ($74 \mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) foram obtidos, nas amostras das cultivares coletadas, na região Sudoeste, que, também, apresentaram menor variabilidade entre os resultados apresentados, média assimétrica superior demonstrando serem de melhor qualidade pela maior integridade em seu sistema de membrana.

Já as sementes, que foram produzidas na região Norte, apresentaram maior média de lixiviação ($94,9 \mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$), representado pela maior amplitude que caracteriza maior variabilidade entre os resultados amostrais. Na região Sul, foi detectada média de $83 \mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de lixiviado, com amplitude e variabilidade intermediária em relação às demais regiões, média simétrica indicando maior consistência entre os resultados amostrados.

Por outro lado, observa-se que os resultados deste teste não estão de acordo com os resultados dos demais testes de vigor, nos quais foi detectado que as sementes da região Sul possuem qualidade superior às demais regiões. De acordo com Peske, Villela e Meneghello (2012), este teste avalia a integridade do sistema de membranas celulares e tem sido recomendado como parâmetro potencial, para avaliar o vigor de sementes de soja, porém, entre lotes da mesma cultivar, pois os resultados de lixiviação podem variar entre as diferentes cultivares amostradas.

Figura 5 - Resultados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de sementes de soja coletadas em três macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

Gris et al. (2010), avaliaram a qualidade de sementes de diferentes cultivares de soja produzidas em Lavras-MG, verificou que o resultado do teste de condutividade ficou abaixo de ($80 \mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) e foi considerado como sementes vigorosas.

Santos et al. (2011), avaliando vigor de lotes de sementes de soja do cultivar BRS Valiosa RR, encontraram $78,4 \mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ semelhante ao encontrado entre os cultivares da região Sudoeste do Maranhão ($74,7 \mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$). Os mesmos autores, ao avaliarem as

cultivares CD 208 e BRS Valiosa, encontraram 102,5 e 102 $\mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, respectivamente, os quais são superiores às regiões Sul (85,3 $\mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) e Norte (94,9 $\mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$).

Para Vieira e Krzyzanowski (1999), a condutividade elétrica se utiliza dos exsudatos presentes nas soluções aquosas das sementes, quando colocadas, para embeber e por meio desta solução quantifica a desorganização das membranas celulares. Portanto as sementes de soja de baixa vigor liberam maior quantidade de lixiviado e, como consequência da estruturação e seletividade das membranas, são consideradas mais deterioradas.

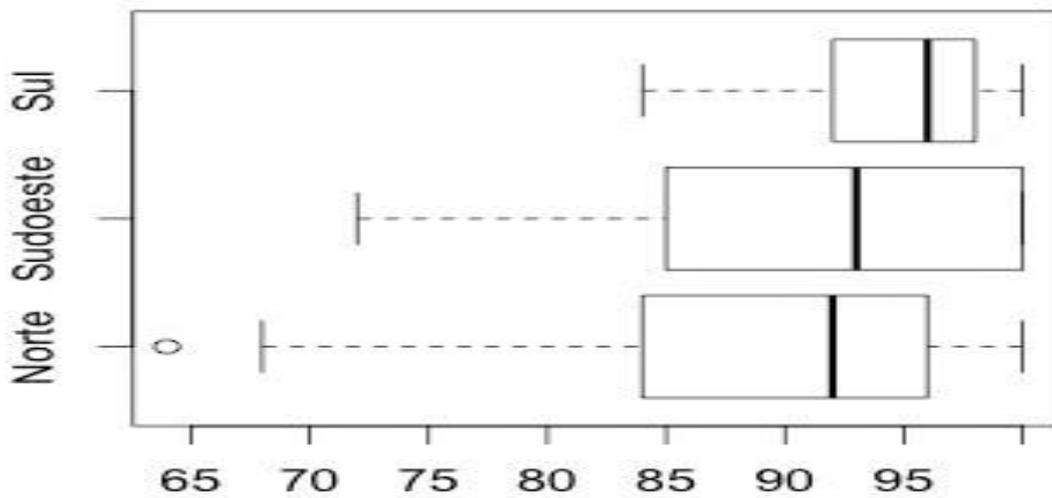
Pelos resultados do teste de emergência das plântulas em canteiro, apresentados na Figura 6, verifica-se que a qualidade das sementes das amostras coletadas, na região Sul (96%) fora estatisticamente superiores àquelas coletadas na região Norte (91%) e Sudoeste (92%), confirmando mais uma vez a superioridade da qualidade das sementes produzidas na região Sul. Observa-se, ainda, que as maiores variabilidades ocorreram entre as médias das amostras produzidas na região Sudoeste.

Dados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2011), ao avaliarem o potencial fisiológico de lotes de sementes de soja produzidas no Estado de São Paulo os quais apresentaram emergência acima de 90%.

Apesar dos campos de produção de sementes, nessas regiões do estado do Maranhão, possuírem alta temperatura e umidade relativa do ar e elevado índice de precipitação, na fase de maturação e época da colheita, poucos foram os efeitos negativos no vigor e na qualidade sanitária expressos pelos índices de incidências dos patógenos. Os altos percentuais de danos encontrados pelo teste de tetrazólio, também, não influenciaram na qualidade inicial das sementes.

Segundo Peske, Villela e Menhella (2012), o teste de emergência é um dos mais importantes testes que avalia o vigor relativo entre os lotes de sementes, assim como a capacidade das sementes de produzirem plantas e formarem bons estandes em campo de produção. A realização do teste adequa a espécie, no que se refere à época de plantio, espaçamento adequado entre linha e entre plantas, além de estimar a potencialidade dos lotes.

Figura 6 - Resultados médios de emergência em canteiro de sementes de sementes de soja coletadas em três macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.

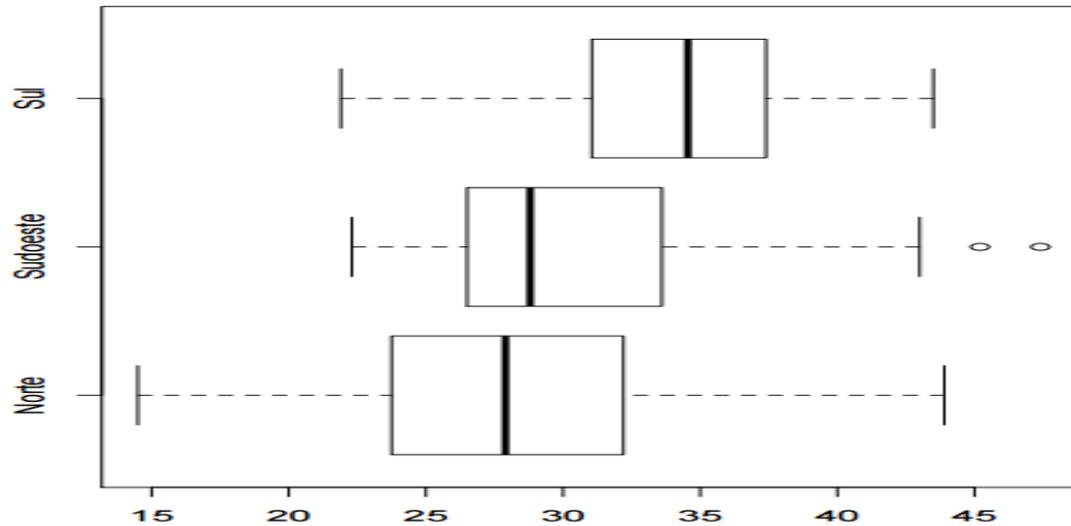


Fonte: Do autor (2016).

Pelos resultados do índice de velocidade de emergência (IVE) (FIGURA 7), verifica-se que o maior índice foi obtido entre as amostras das cultivares de sementes produzidas na região Sul (34,2), em que também se percebe menor variabilidade e média simétrica indicando melhor qualidade, conforme verificado nos demais testes de germinação e vigor. A média dos índices das amostras coletadas na região Norte foram, estatisticamente, inferiores àquelas da região Sul e não diferiu da região Sudoeste, com maior amplitude e maior variabilidade entre as médias. O princípio do IVE é verificar a velocidade com que ocorre a emergência das plântulas em campo, com isso, quanto maior índice maior será o vigor verificado no lote de sementes.

Segundo Steiner et al. (2009), a velocidade de emergência e germinação são testes que podem ser utilizados, para identificar sementes de cultivares com emergência de plântulas mais rápida, em campo ou em estufa, reduzindo, assim, o tempo de exposição destas sementes às condições adversas que ocorrem durante a germinação e estabelecimento das plântulas.

Figura 7 - Resultados médios do Índice de Velocidade de Emergência em canteiro de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

4.2 Qualidade sanitária pós-colheita

Na avaliação do teste de sanidade das sementes das cultivares de soja produzidas nas macrorregiões Norte, Sudoeste e Sul do estado do Maranhão, foi observada a presença de 6 gêneros de fungos associados às sementes *Colletotrichum truncatum*, *Phomopsis sojae* sp., *Cercospora kikuchii* sp. e *Fusarium semitectum* sp. considerados patogênicos que incidem nas sementes no campo e os de armazenamento *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp.

Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Danelli et al. (2011), no Rio Grande do Sul, onde os fungos patogênicos mais importantes encontrados associados a sementes de soja foram: *alternaria alternata* sp, *Aspergillus* sp, *Cercospora kikuchii* sp, *Colletotrichum truncatum* sp, *Fusarium semitectum* sp e *Penicillium* sp.

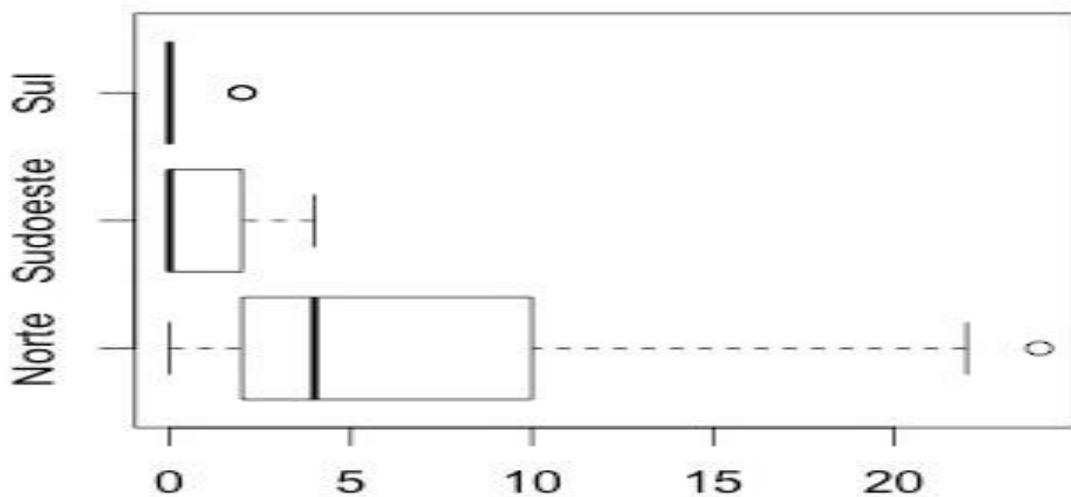
Talamini, Carvalho e Oliveira (2012), da mesma forma, avaliaram a qualidade sanitária de 47 diferentes cultivares de sementes de soja produzidas no estado de Sergipe e detectaram diversos fungos associados às sementes, dentre eles, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. pertencentes à classe de fungos de armazenamento e os gêneros de fungos considerados de campo como *Cercospora kikuchii*, *Phomopsis* sp. e *Fusarium* spp.

Pereira (2005) relata que os fungos *Colletotrichum truncatum*, *Phomopsis sojae* sp., *Fusarium* sp., *Cercospora kikuchii* sp., *Alternaria alternata* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp e *Fusarium semitectum* sp. foram os mais frequentes em sementes de soja colhidas em campos de produção de sementes.

Goulart, Paiva e Andrade (1995) relatam que, na safra 1992/1993, ao realizarem análises em sementes de soja, provenientes de diversas regiões do estado do Mato Grosso, foram detectados 23 gêneros de fungos associados às sementes e de importância econômica. Prosseguem, ainda, os autores, afirmando que a variação de incidência de fungos associados às sementes estão em função do local de produção e ou das condições climáticas durante as fases de maturação e colheita das sementes.

Pelos resultados da Figura 8, referente ao fungo *C. truncatum* sp, as sementes coletadas, nas regiões Sul e Sudoeste, apresentaram menor média de incidência desse patógeno (0,03%). Já naquelas coletadas na região Norte houve maior média 3,14%, que diferiu, estatisticamente e, também, houve uma maior variabilidade entre as médias, pois entre algumas amostras o percentual foi maior do que 20%.

Figura 8 - Resultados médios (%) de incidência do fungo *Colletotrichum truncatum* em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

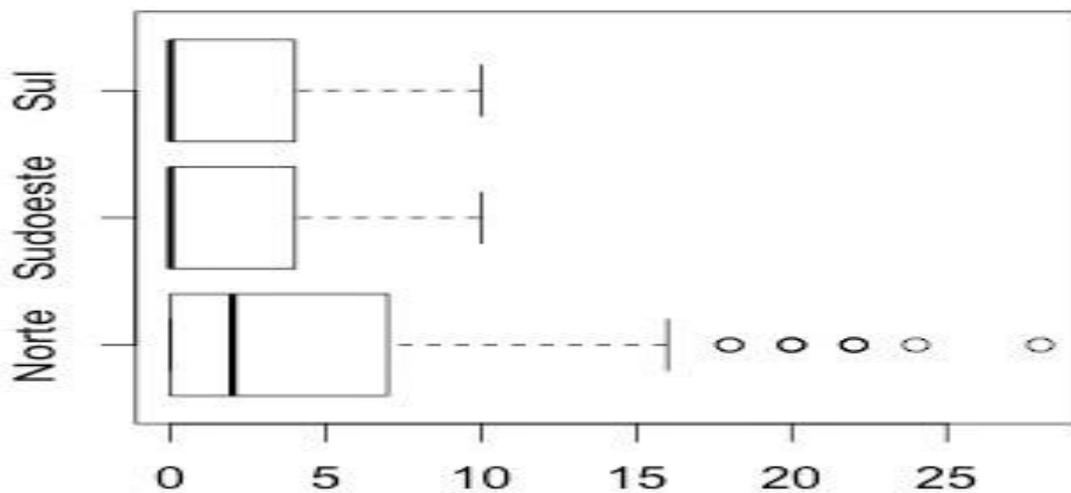
Resultados semelhantes, também, foram encontrados por Chagas (2014), analisando sementes de soja produzidas nas regiões do estado do Mato Grosso do Sul, no qual, também, detectaram baixa incidência deste patógeno (0,41%) Henning e Yuyama (1999), em outras regiões do mesmo estado e, ainda, (COSTA et al., 2003), no Sul do país. Segundo Goulart (2004), a incidência deste patógeno, em lotes sementes de soja, geralmente, é baixa.

O fungo *C. truncatum* sp. é responsável por causar deterioração de sementes, morte de plântulas, antracnose, infecção sistêmica e morte de plantas adultas. Além da facilidade de se

propagar pelas sementes, o patógeno sobrevive ao período da entressafra no campo e no resto de cultura (GOULART, 2004).

Para o gênero *Phomopsis sojae* sp., a média de incidência, também, foi baixa, principalmente, nas amostras coletadas na região Sul (0,87%) que não diferiu daquelas coletadas no Sudoeste (1,16%) que, por sua vez, não diferiu, também, daquelas coletadas na região Norte (2,47%) (FIGURA 9). Também pode-se observar que a maior variabilidade entre as médias ocorreu nas amostras produzidas no Norte.

Figura 9 - Resultados médios (%) de incidência do fungo *Phomopsis sojae* em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.



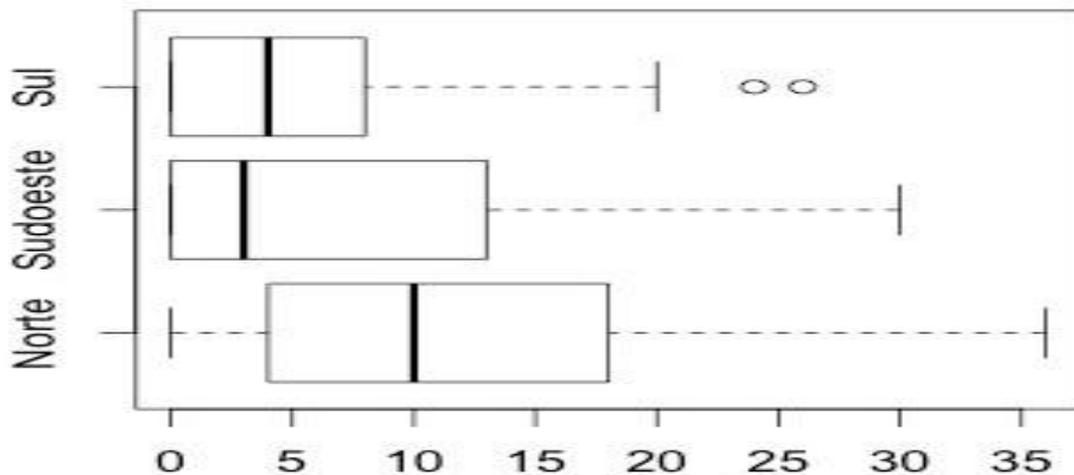
Fonte: Do autor (2016).

Resultados semelhantes foram encontrados por Chagas (2014), nas amostras de sementes de soja coletadas, no Estado do Mato Grosso do Sul, média de 0,28% e, também, por Costa et al. (2003), em sementes de soja nos estados de Minas Gerais (1,1%) e Paraná (1,2%). Diferentes resultados foram encontrados por Goulart, Paiva e Andrade (1995) com uma elevada média de incidência (12,12%), nas amostras de sementes coletadas, no Mato Grosso do Sul e, também, dos resultados encontrados na região de Rondonópolis (10%) por Henning e Yuyama (1999).

Nas amostras das cultivares de sementes coletadas, no estado do Maranhão, também, foi detectada a incidência *Fusarium semitectum* sp. entre as regiões Sudoeste, Sul e Norte com médias de incidência de 2,58%; 3,46% e 10,0%, respectivamente. As sementes produzidas, na região Sul do estado, também, para este fungo, foram as que apresentaram menor incidência, embora não tenham diferido, estatisticamente, daquelas que foram

produzidas na região Sudoeste (FIGURA 10). Pela figura, observa-se, também, que houve amostras coletadas na região Norte com mais de 35% de infecção por este fungo, na região Sudoeste com mais de 30% e na região Sul com mais de 20%.

Figura 10 - Resultados médios (%) de incidência do fungo *Fusarium semitectum* em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de semente no estado do Maranhão safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

Os resultados corroboram com os encontrados por Chagas (2014) com média de 1,9% de incidências, nas análises realizadas em lotes de sementes do estado do Mato Grosso do Sul e por Danelli et al. (2011), no Rio Grande do Sul, no qual o fungo *Fusarium semitectum sp* estava entre outros importantes fungos fitopatogênicos de importância econômica.

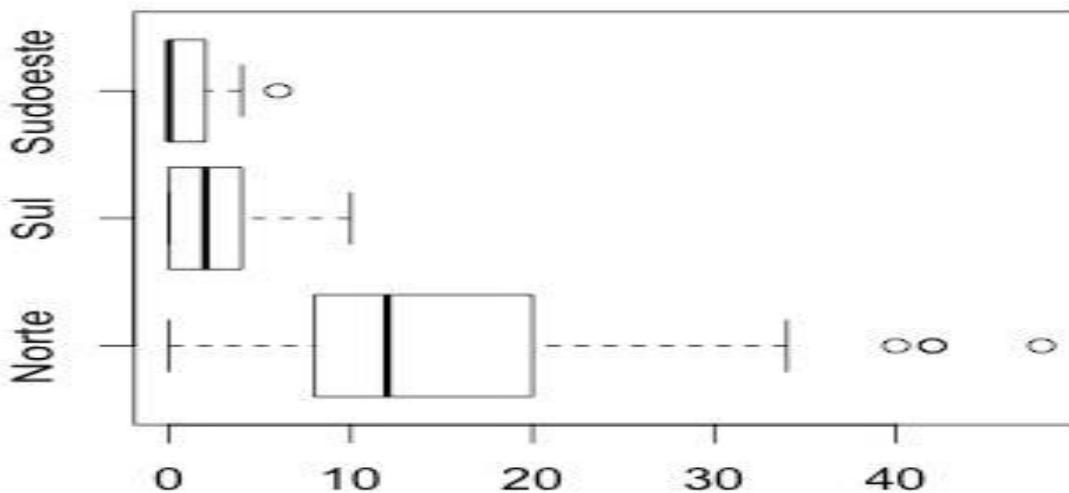
Goulart (1997) relata que o fungo do gênero *Fusarium sp.* caracteriza-se como fungo de importância econômica e à semelhança do gênero *Phomopsis sp* causa deterioração nas sementes levando à perda de germinação. Este fungo, frequentemente, está associado às sementes que sofreram atraso na colheita ou deterioração provocada por umidade no campo.

O fungo *Cercospora kikuchii*, causador da mancha púrpura em semente de soja, também, foi detectado nas amostras de sementes coletadas no estado do Maranhão. Observa-se pelos resultados da Figura 11 que as sementes coletadas, nas regiões Sul (1,28%) e Sudoeste (0,67%), a ocorrência foi, significativamente, menor do que nas sementes coletadas na região Norte (10,12%), que, mais uma vez, apresentou maior média e, também, maior variabilidade, pois houve mais de 30% de infecção em algumas amostras.

O resultado encontrado por Chagas (2014), também, foi baixo, tendo em média 0,3% de incidências, nas sementes de soja analisadas, em todas as regiões do estado de Mato Grosso do Sul, resultado semelhante ao encontrado no Sudoeste do Maranhão.

No Maranhão, as regiões Sudoeste e Sul apresentaram baixa média de incidência, valores abaixo das médias encontrados por Goulart, Paiva e Andrade (1995) e Henning e Yuyama (1999), 4,4% e 3,3%, respectivamente, porém, com a média encontrada no Norte bem superior a todos os trabalhos citados. De acordo com Oliveira et al. (1993), não foi verificado nenhum efeito prejudicial deste fungo na emergência ou sobre o desenvolvimento inicial da plântula o que, também, foi comprovado neste trabalho. Vale, ainda, ressaltar que, nesta região, é comum a ocorrência de chuvas na pré-colheita, principal fator para aumentar a incidência deste fungo e, também, daqueles considerados de armazenamento.

Figura 11 - Resultados médios (%) de incidência do fungo *Cercospora kikuchii* em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.

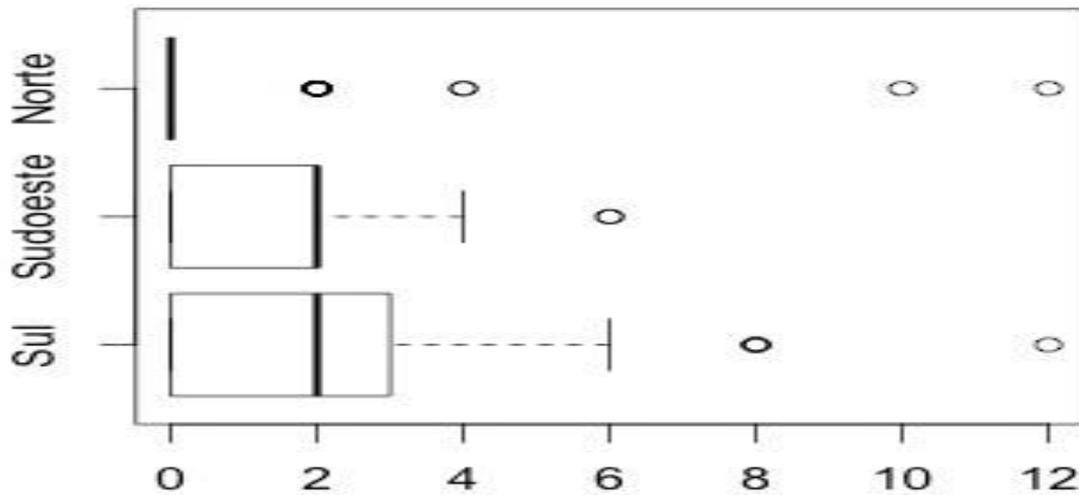


Fonte: Do autor (2016).

Pelos resultados do teste de sanidade, em relação ao fungo *Penicillium* sp. (FIGURA 12), observa-se que houve baixa incidência, independente da região, visto que os menores valores foram encontrados na região Norte (0,33%), seguida do Sudoeste (0,79%) e o maior valor para a região Sul (1,06%). Nota-se pelos resultados que houve maior variabilidade entre as médias, para as amostras coletadas nas regiões Sul e Sudoeste do estado do Maranhão, porém os maiores percentuais não ultrapassaram 6%.

Resultados semelhantes foram encontrados por Chagas (2014), ao analisar as sementes de soja de oito regiões do estado do Mato Grosso do Sul, que detectou uma média de (1,1%).

Figura 12 - Valor médio (%) de incidência do fungo *Penicillium sp* em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.



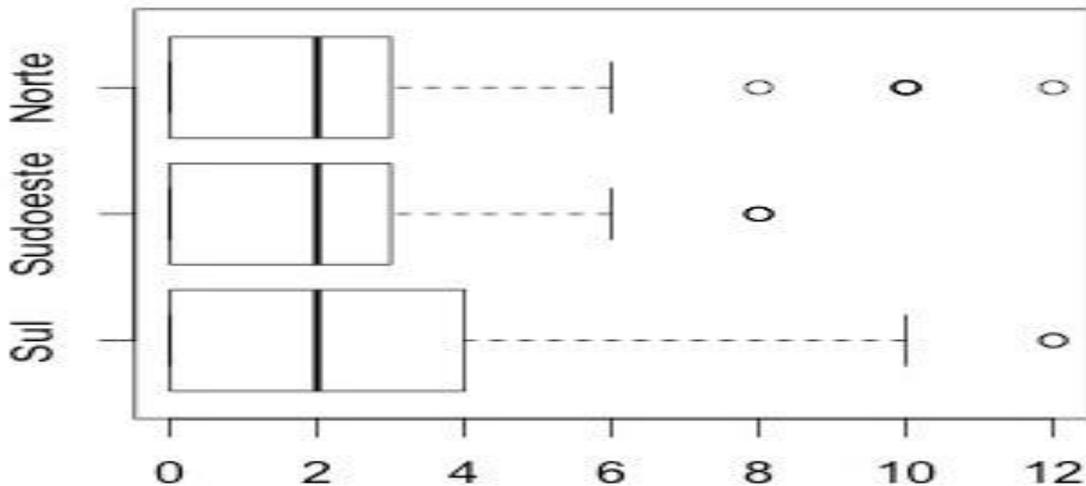
Fonte: Do autor (2016).

Talamini, Carvalho e Oliveira (2012), avaliando cultivares de sementes de soja produzidas no estado de Sergipe, detectaram o gênero do fungo *Penicillium sp*, em oito das 47 amostras dos cultivares avaliadas, com médias percentuais que variaram de 0,5 a 23,5% de incidência.

Goulart, Paiva e Andrade (1995) relatam que, na safra 1992/1993, ao analisarem lotes de sementes de diversos locais do Estado do Mato Grosso, foram encontrados os gêneros de fungo *Penicillium sp.* e *Aspergillus sp* e concluíram afirmando que as variações na incidência desses fungos associados às sementes ocorrem, em função do local e dos fatores climáticos, durante as fases de maturação e colheita das sementes.

Para o fungo *Aspergillus sp.* (FIGURA 13), não houve diferença significativa entre as três regiões Sudoeste (2,21%), Sul (2,22%) e Norte (2,04%).

Figura 13 - Valores médios (%) de incidência do fungo *Aspergillus sp.* em sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

Observa-se que as maiores variabilidades entre as médias ocorreram, para as amostras da região Sul, onde houve amostras com até 10% de contaminação. Estes resultados foram inferiores ao encontrado por Chagas (2014), no Estado do Mato Grosso do Sul, ao detectar elevada incidência deste patógeno em amostras de sementes de todas as regiões daquele estado com uma média de incidência de 5,63%, isso pode estar relacionado, principalmente, com as condições climáticas, principalmente, no período de pré-colheita.

Diferentemente Oliveira et al. (2012), ao analisar sementes de soja das cultivares Tucunaré, Tabarana e Pintado, produzidos no Mato Grosso, região de Dourados, constataram elevada média de incidência (23%). No entanto, enfatizaram os autores, o fungo não chegou a comprometer a qualidade fisiológica das sementes, certamente, por não ser patogênico e pelo fato das sementes serem recém-colhidas e o fungo, ainda, estava na superfície das sementes.

No estado de Sergipe, Talamini, Carvalho e Oliveira (2012) avaliaram 47 cultivares de sementes de soja cultivadas naquele estado e constaram a presença do fungo *Aspergillus sp.* em 37 cultivares com percentuais de infecção variando ente 0,5 a 15,5%.

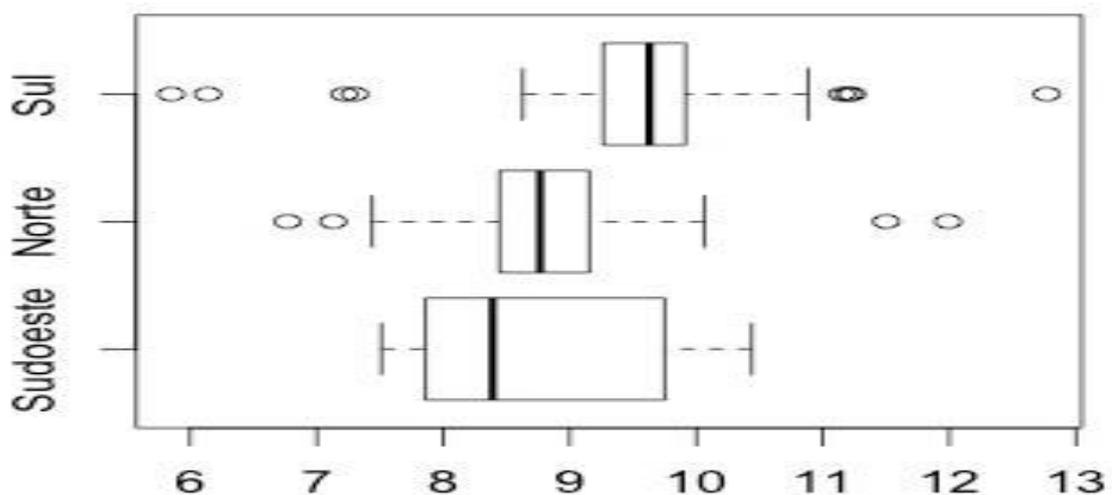
Os fungos *Penicillium sp* e *Aspergillus sp* são considerados fungos de armazenamentos e responsáveis por incidência de diversos injúrias em sementes como enfraquecimento ou morte do embrião, aquecimento e apodrecimento da massa das sementes armazenadas, descoloração das sementes, transformação bioquímica e modificações celulares

das sementes. Os fungos de armazenamento, quando presentes, podem afetar a qualidade das sementes, principalmente, depois de um certo período de armazenamento.

4.3 Qualidade física e fisiológica após armazenamento

Após seis meses de armazenamentos, as amostras das sementes de soja avaliadas apresentaram teor de água de 8,7%; 8% e 9%, respectivamente, às regiões Sudoeste, Norte e Sul (FIGURA 14). Observa-se que a maior variabilidade entre as médias ocorreu, para as sementes do Sudoeste, visto que o maior teor de água não ultrapassou a 10,5%. Verifica-se, também, que não houve grandes variações no teor de água das amostras analisadas no início com aquelas que foram analisadas após seis meses de armazenamento. Com este resultado, pode-se considerar a eficiência do armazenamento, em condições climatizadas, não permitindo a elevação do teor de água, uma vez que se trata de armazenamento de organismos higroscópicos, em região de altas temperaturas e umidade relativa do ar e elevados índices de precipitações durante esse período de armazenamento.

Figura 14 - Valores médios do teor de água (%) de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

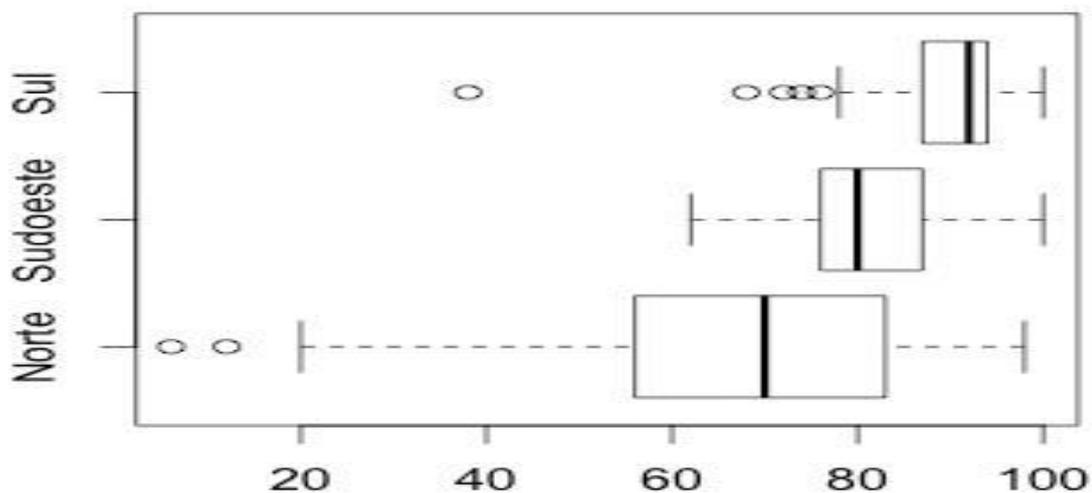
Pelos resultados do teste de germinação das sementes de soja, após seis meses de armazenamento (FIGURA 15), observa-se que as sementes produzidas e armazenadas, na região Sul, apresentaram germinação (89%), seguida pelas sementes da região Sudoeste (81%) e o menor percentual (67%) foi para as sementes na região Norte do Estado do Maranhão. Pelos resultados verifica-se que somente as sementes que foram produzidas e

armazenadas, nas regiões Sudoeste e Sul, mantiveram-se dentro dos padrões de qualidade determinado por lei, que é de 80% de germinação (BRASIL, 2005).

Para as sementes da região Norte (67%), houve uma maior redução e, também, maior variabilidade entre as médias, quando comparadas com a germinação no início do armazenamento, provavelmente, os altos percentuais de danos encontrados pelo teste de tetrazólio tenham favorecido uma maior deterioração dessas sementes, pois houve amostras com apenas 20% de germinação.

Apesar das sementes terem sido armazenadas com baixo teor de água, houve uma elevação, na incidência dos fungos *Aspergillus sp* e *Fusarium sp*, na região Sudoeste (7,41% e 5,4%), Sul (9,29% e 8,6%) e Norte (4,45% e 3,9%), respectivamente, (FIGURAS 26 e 27), o que pode ter sido um fator determinante, para a reduzir a germinação entres as cultivares, após os seis meses de armazenamento, principalmente, nas cultivares da região Norte.

Figura 15 - Resultados médios (%) de germinação de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

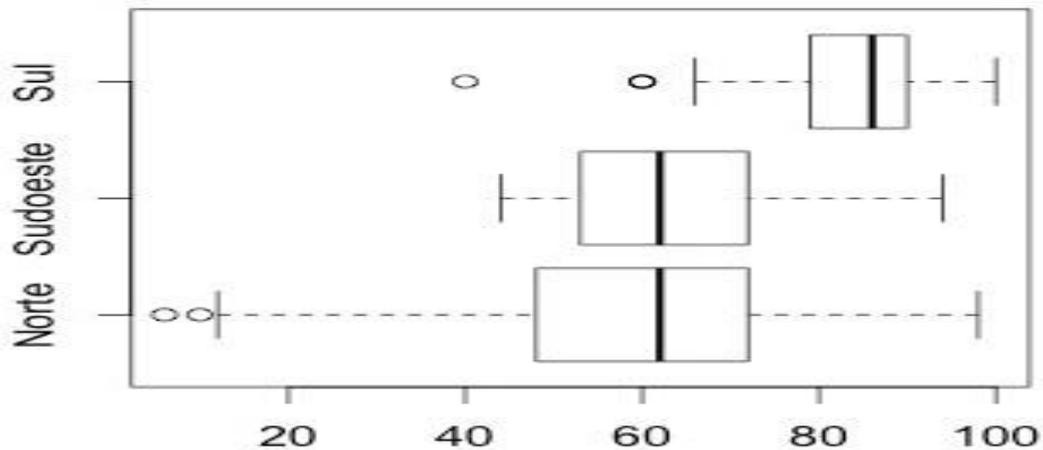
Resultado semelhante foi encontrado por Demito e Afonso (2009), avaliando o comportamento da temperatura das sementes de soja da cultivar BRS 184 resfriadas, artificialmente e armazenadas em sacos de polietileno emblocados, em um armazém por 140 dias e obtiveram, nas sementes com 9,2% de teor de água, 81% de germinação em sementes resfriadas e as não resfriadas teor de água 10,2% e germinação 69% de germinação. Também Porto (2004) observou que, quando resfriadas, as sementes mantiveram a qualidade fisiológica por mais de seis meses.

De acordo com Cunha et al. (2009), a deterioração pode intensificar-se com o prolongamento do período de armazenamento, mesmo em ambiente refrigerado. No entanto Demito e Afonso (2009) verificaram que as sementes resfriadas, artificialmente, (12 a 15°C), mantiveram o poder germinativo, durante o armazenamento (140 dias), conforme o padrão comercial. Segundo eles, em razão das melhores condições de armazenagem justificadas pelos menores valores de temperatura durante o período de conservação.

A qualidade da semente é fator de extrema importância, para que se obtenha a produtividade esperada, e o armazenamento é prática fundamental que pode ajudar na manutenção da qualidade fisiológica da semente sendo, também, um método, por meio do qual, pode-se preservar a viabilidade das sementes e manter seu vigor até a futura semeadura (AZEVEDO et al., 2003). Para Cardoso, Binotti e Cardoso (2012), o processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado, dependendo das condições de armazenamento e das características da semente.

Pelos resultados da primeira contagem de germinação, nota-se que apenas as sementes coletadas na região sul mantiveram percentuais acima de 80%, enquanto nas outras regiões, o percentual de plântulas normais, obtidos na primeira contagem, reduziu, drasticamente, quando comparado com os resultados do início do armazenamento, com 65% e 58% para as regiões Sudoestes e Norte (FIGURA 16). Observa-se, ainda, que as maiores variações no percentual de vigor pela primeira contagem do teste de germinação, ocorreram entre as amostras coletadas na região Norte. Se comparar os resultados da qualidade fisiológica das sementes, no início do armazenamento, observa-se que as sementes colhidas na região Sul do Estado do Maranhão possuem qualidade superior em relação às demais, e esse comportamento, também, repete-se após seis de armazenamento. De acordo com Marcos Filho (2005), a qualidade inicial é um dos fatores que influencia no potencial de armazenabilidade das sementes. Vale, ainda, ressaltar que, de acordo com os resultados do teste de tetrazólio, as sementes das regiões Sudoeste e Norte foram as que apresentaram os maiores índices de danos, Tabela 4, provavelmente, tenham influenciado nesta queda do vigor após seis meses de armazenamento.

Figura 16 - Resultados médios (%) de primeira contagem de germinação de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014.



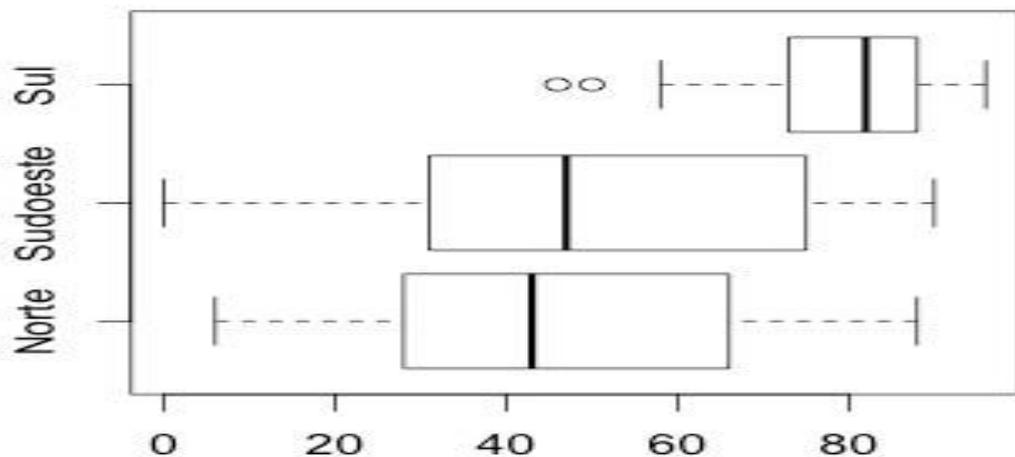
Fonte: Do autor (2016).

Resultados semelhantes foram obtidos por Barbosa et al. (2010), nos quais eles observaram perda de vigor, nas sementes de soja, durante os seis meses de armazenamento, embora em condições ambientais diferentes cuja temperatura era de 23°C e umidade relativa do ar de 60%. Já Afonso Júnior, Corrêa e Faroni (2000) armazenaram sementes de soja, nos teores de água de 12, 13 e 14% (b.u.), na temperatura de 20 °C, verificaram que, mesmo em condições menos favoráveis de armazém, não houve redução do percentual da primeira contagem de germinação, visto que os valores médios, no final do armazenamento, foram 99,8%, para o teor de água inicial de 12% (b.u.) e 99,3% para os teores de água iniciais de 13 e 14% (b.u.).

Pelos resultados do teste de envelhecimento acelerado (FIGURA 17), nota-se, assim como observado, para o teste de primeira contagem de germinação, que o resultado médio de vigor foi de 83%, para as sementes que foram produzidas na região Sul e armazenadas por seis meses, enquanto as sementes produzidas na região Sudoeste (48%) e Norte (47%) tiveram uma redução expressiva do vigor, durante este período que permaneceram armazenadas, mesmo sendo em condições de baixa temperatura. Observa-se, também, que houve uma maior variabilidade dos resultados, nestas duas regiões, pois, de acordo com Marcos Filho (2005), quanto pior for a qualidade das sementes maiores serão as variações dos

resultados de diferentes testes de vigor. Como o teste de envelhecimento é bastante drástico para as sementes e pelo fato destas já se encontrarem em estado avançado de deterioração, principalmente, pelos altos índices de danos, certamente, é o que pode explicar este baixo percentual de vigor em relação aos altos valores obtidos no início do armazenamento.

Figura 17 - Resultados médios (%) de vigor pelo teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

Os resultados da condutividade elétrica das amostras de sementes de soja, após seis meses de armazenamento, no estado do Maranhão, apresentaram valores da condutividade maiores que no início do armazenamento, o que já era esperado, pois com o armazenamento as membranas se tornam mais flácidas e menos seletivas e, com isso, liberam mais solutos para o meio. Os valores encontrados foram: região Sul ($87,66 \mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$), Sudoeste ($90,59 \mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) e Norte ($100,13 \mu\text{s.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) (FIGURA 18). As sementes da região Norte apresentaram menor vigor em relação às demais que não diferiram entre si, resultados coerentes com aqueles do início do armazenamento cujas sementes do Norte, também, apresentaram menor vigor.

Também Zuchi et al. (2013), testando diferentes teores iniciais de água em sementes e em diferentes temperaturas de armazenamento, verificaram crescente liberação de eletrólitos das sementes para água de embebição, durante o período em que elas ficaram armazenadas e concluíram que o teste de condutividade elétrica é um excelente indicativo de perda de vigor e qualidade fisiológica durante o tempo em que ficam armazenadas.

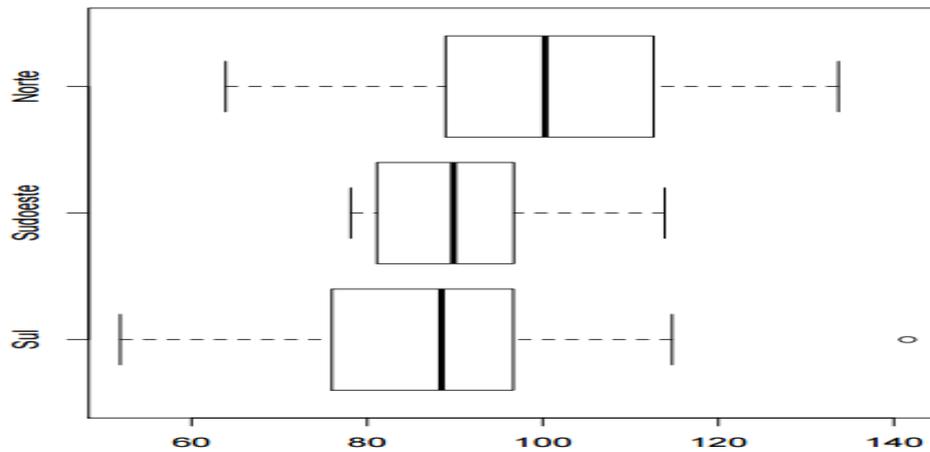
Estas variações na condutividade elétrica entre cultivares foram verificadas por Vieira et al. (1996) em sementes de soja e feijão. Essas diferenças podem estar relacionadas a certas características da própria cultivar, mais especificamente com o teor de lignina no tegumento da semente. Panobianco et al. (1999) afirmam existir uma estreita relação entre o teor de lignina no tegumento de sementes de soja e os resultados do teste de condutividade elétrica.

Yaja, Pawelzik e Vearasilp (2005), ao armazenaram sementes de soja com quatro teores de água, 6, 8, 10 e 12% (b.u.), nas temperaturas de 15, 20, 25 e 35°C, também, obtiveram elevação da condutividade elétrica, na solução de sementes, após 120 dias. Krishnan, Nagarajan e Moharir (2004), também, verificaram valores médios maiores de condutividade elétrica da solução que continha as sementes, à medida que foram utilizando temperaturas mais elevadas, ao longo do período de armazenamento. Neste trabalho foram observadas as características termodinâmicas da soja, durante o armazenamento em condições de envelhecimento acelerado.

Para Silva et al. (2010), o aumento da condutividade elétrica, no decorrer do tempo em que as sementes ficam armazenadas, estão relacionados ao reumedecimento das sementes com uma eventual danificação no sistema de membranas. Este fato tem sido observado por pesquisadores trabalhando com soja armazenada sob diversas condições.

Para França Neto e Henning (1984), a época de semeadura, a escolha da região, os aspectos nutricionais, as condições climáticas, principalmente, no período de pré-colheita, o manejo no processamento de colheita e pós-colheita e as condições de armazenamento são fatores essenciais para produzir e manter a qualidade das sementes de soja, durante o período de armazenamento pelo menos durante o período de entressafra. Estas condições, provavelmente, foram melhores na região Sul em relação às regiões Sudoeste e Norte, além do nível tecnológico dos produtores de cada região.

Figura 18 - Resultados médios de condutividade elétrica ($\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014.

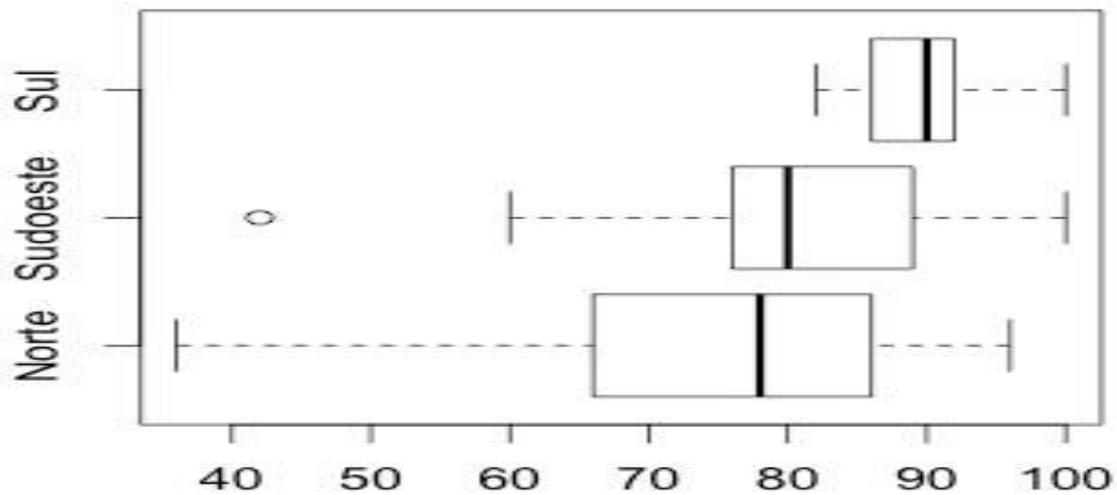


Fonte: Do autor (2016).

Na Figura 19, estão apresentados os resultados da emergência em canteiro das sementes de soja coletadas, nas diferentes regiões do Estado do Maranhão. Observa-se que as sementes que foram produzidas na região Sul mantiveram, após os seis meses de armazenamento, um percentual de 89% de plântulas normais, as quais diferiram, estatisticamente, das sementes produzidas na região Sudoeste (81%) e Norte (75%), em que houve, também, maior redução do vigor com o armazenamento.

Observa-se, também, por este teste, que as sementes produzidas no Sul mantiveram melhor a sua qualidade, durante o armazenamento, pois, mesmo no início do armazenamento, sua qualidade já era superior às sementes das demais regiões. Pelos resultados, assinala-se que as maiores variabilidades entre as médias ocorreram com as amostras coletadas, na região Norte, onde se pode notar que houve amostras com menos de 40% de plântulas emergidas, seguida da região Sudoeste. Na região Sul, a variação foi bem menor, visto que a menor percentagem de emergência ficou acima de 80%.

Figura 19 - Resultados médios (%) de emergência de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão, após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014.



Fonte: Do autor (2016).

Resultado semelhante àqueles obtidos, na região Sul, também, foram encontrados por Pereira et al. (2007), ao submeterem as sementes de soja ao teste de emergência, após seis meses de armazenamento. Obtiveram emergência de 88% e, também, por Rocha et al. (2014) que, também, encontraram, em média, 83% de emergência em sementes de soja após o armazenamento.

Para Peske, Villela e Meneghello (2012), o teste de emergência em campo avalia o vigor relativo entre lotes. Portanto avalia a capacidade das sementes produzirem plantas normais, em campo, por isso, esse teste vem sendo cada vez mais usado por produtores de sementes na época da comercialização dos lotes próxima ao plantio.

Pelos resultados do índice de velocidade de emergência, verifica-se um comportamento semelhante ao do teste de emergência, ou seja, as sementes produzidas na região Sul (19,9) resultaram em um maior índice, que foi, estatisticamente, superior aos obtidos ao Norte (16,8) do estado do Maranhão (FIGURA 20). Observa-se, também, que houve grande variabilidade entre as médias, independente da região, sendo mais expressiva na região Norte.

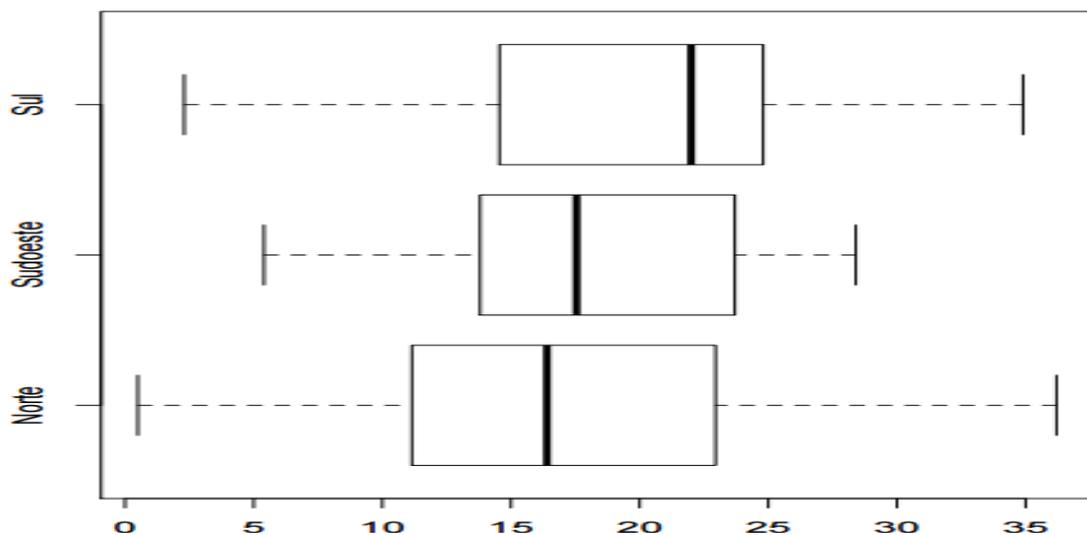
Portanto, quanto maior o índice de emergência maior é o vigor expresso pelas sementes, ou seja, havendo maior potencial de germinação e mais rápida emergência das plântulas em campo, conseqüentemente, irá refletir na produtividade da cultura.

Segundo Kolchinski, Schuch e Peske (2006), as sementes com baixa qualidade fisiológica podem provocar reduções na velocidade de emergência, desuniformidade do

estando, fatores que podem influenciar no rendimento da cultura. Também, de acordo com Agüero, Vieira e Bittencourt (1997), as diferenças na qualidade fisiológica entre os lotes de sementes de soja podem, também, ser atribuídas a fatores como genótipo. Porém podem, também, ser atribuídas aos efeitos das condições ambientais que prevaleceram, durante a fase de maturação fisiológica e colheita, o que, provavelmente, foi que o mais influenciou, pois os maiores percentuais de danos detectados pelo teste de tetrazólio ocorreram, nas amostras coletadas nas regiões Norte e Sudoeste do estado do Maranhão e não ocorrendo, na região Sul do estado do Maranhão, na safra 2013/2014.

De acordo com Peske, Villela e Meneghello (2012), o índice de velocidade de emergência em campo, assim como emergência, são testes que buscam avaliar o vigor relativo entre os lotes de sementes sob condições não controladas e com difícil padronização.

Figura 20 - Valores médios do Índices de Velocidade de Emergência em campo de sementes de soja coletadas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) produtoras de sementes no estado do Maranhão após seis meses de armazenamento, safra 2013/2014.



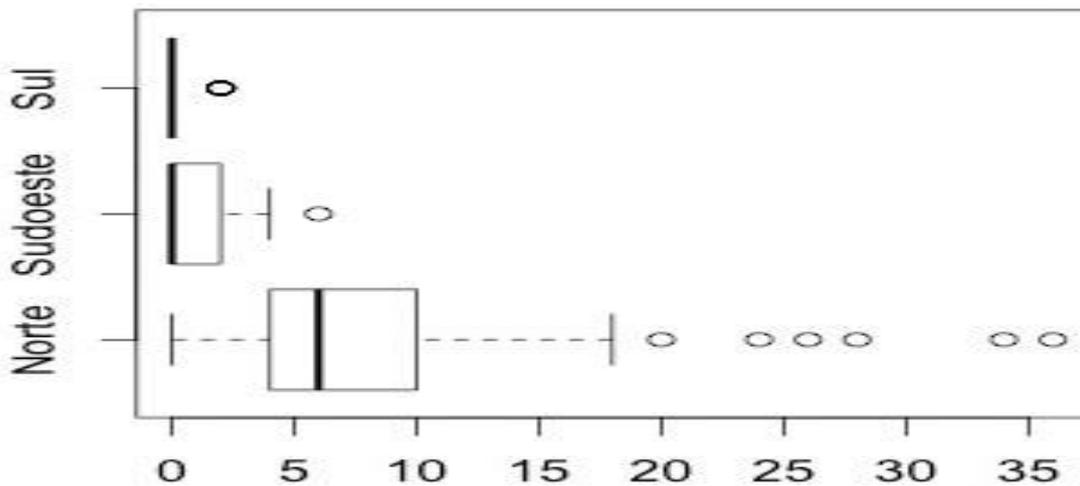
Fonte: Do autor (2016).

4.4 Qualidade sanitária pós-armazenamento

Após seis de armazenamento, nas amostras de sementes de soja coletadas, nas três regiões Sudoeste, Sul e Norte do estado do Maranhão, foram encontrados os mesmos gêneros de fungos detectados no início do armazenamento. Para os fungos considerados de campo como: *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii*, *Phomopsis sojae*, houve uma tendência de redução com o armazenamento, enquanto, para o fungo *Aspergillus*, considerado de armazenamento, houve maior incidência, após os seis meses de armazenamento

Observa-se pelos resultados da Figura 21, referente à incidência do fungo *Colletotrichum truncatum* detectado pelo Blotter test em sementes de soja produzidas, nas diferentes regiões do estado do Maranhão, que as sementes que foram produzidas na região Sul e as produzidas, na região Sudoeste, apresentaram baixa incidência deste fungo e não diferiram entre si (0,07 e 0,5%). Já, nas sementes da região Norte, houve maior incidência deste fungo (5,75%) diferindo das demais, conforme verificado no início do armazenamento. Observa-se, também, maior variabilidade entre os resultados para esta região, em que houve mais de 15% de incidência em algumas amostras de sementes.

Figura 21 - Resultados médios (%) de incidência do fungo *Colletotrichum truncatum* em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento.



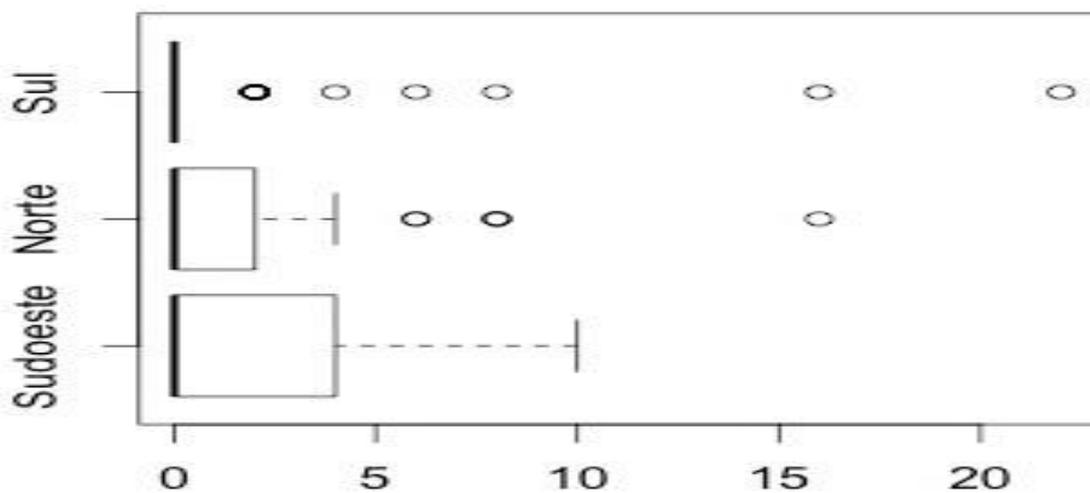
Fonte: Do autor (2016).

A baixa incidência deste fungo, nas sementes coletadas na região Sul e Sudoeste, provavelmente, deve-se ao fato de que, nestas regiões e naquele ano de plantio, as condições não foram favoráveis para o desenvolvimento deste patógeno, bem como o manejo e o uso de semente tratadas e sem a presença deste fungo que, de acordo com Peske, Villela e Meneghello (2012), são fatores importantes para a produção de uma semente de alta qualidade sanitária.

Resultado semelhante foi encontrado por Sanches (2015), ao avaliar a qualidade fisiológica, sanitária e química inicial e, durante o armazenamento de sementes de cultivares de soja de regiões edafoclimáticas distintas, ao constatar, após seis meses de armazenamento, que as sementes apresentaram incidência de *C. truncatum* (1,3%) em diferentes cultivares de sementes produzidas na cidade de Perdizes/MG. O gênero *Phomopsis sojae*, também,

identificado, na análise sanitária das cultivares de soja, após seis meses de armazenamento, apresentou incidência desse com média de 0,6%, não diferindo, estatisticamente, entre as três regiões de produção (FIGURA 22). Observa-se que houve uma redução acentuada da incidência, após seis meses de armazenamento, principalmente, nas sementes que foram produzidas na região Norte, isso já era esperado, pois, de acordo com França Neto e Henning (1984), esse fungo perde a viabilidade ao longo do armazenamento.

Figura 22 - Resultados médios (%) de incidências do fungo *Phomopsis sojae* em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão, safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento.



Fonte: Do autor (2016).

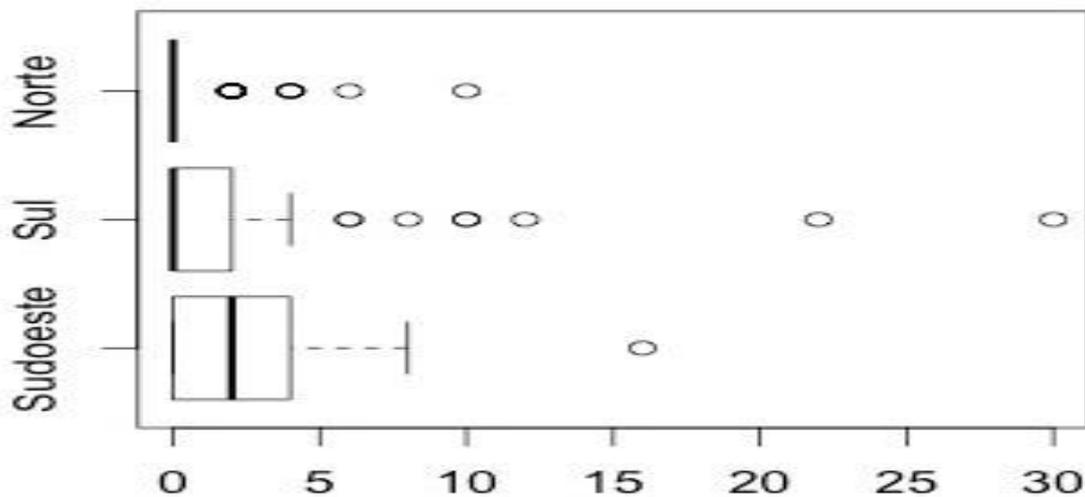
Resultado semelhante foi encontrado por Sanches (2015), ao avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja de duas regiões edafoclimáticas (Casa Blanca/SP e Perdizes/MG), com resultados 0,6% e 1,1%, respectivamente, de incidência do fungo *Phomopsis sp.*

Peske, Villela e Meneghello et al. (2012) ressaltam que o fungo *Phomopsis sojae* no campo causa danos às plantas com sintomatologia da seca da haste e da vagem e, quando associado às sementes, causa o seu apodrecimento, quando, ainda, encontram-se no campo e pode infectar as plântulas, quando da realização do teste de germinação, resultando em plântulas anormais.

Pelos resultados de sanidade, referente ao fungo *Penicillium sp.*, após seis meses de armazenamento, observa-se que, de uma maneira geral, a incidência foi baixa, pelo fato das sementes estarem armazenadas sob condições de ambiente climatizado. A menor incidência foi verificada, nas sementes colhidas na região Norte (0,32%), que não diferiu da região Sul

(0,86) e a maior incidência foi, para as sementes colhidas e armazenadas, na região Sudoeste 1,46%, (FIGURA 23).

Figura 23 - Resultados médios (%) de incidências do fungo *Penicillium sp.* em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento.



Fonte: Do autor (2016).

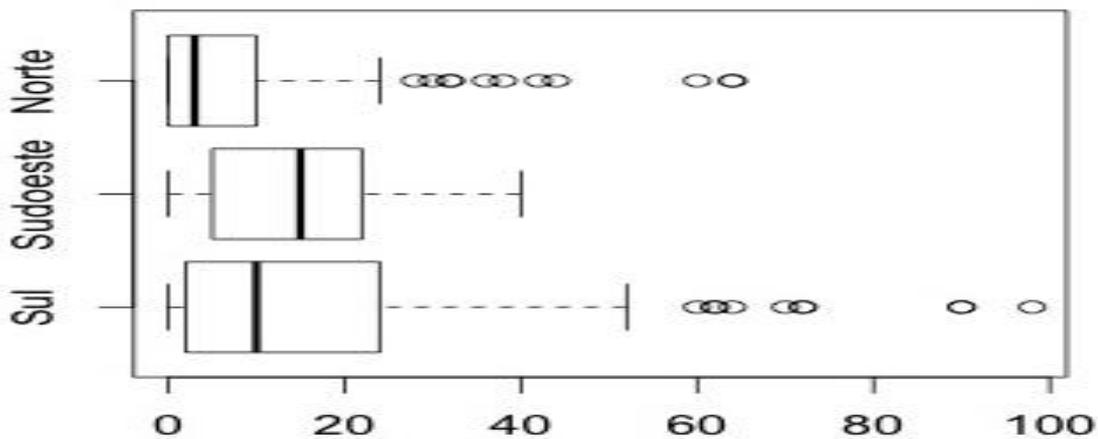
Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Sanches (2015), ao avaliar cultivares de sementes de soja, após seis meses armazenadas, coletadas no estado de Minas Gerais em que se encontrou 0,6% de incidência *Penicillium sp.* No entanto, esse mesmo autor detectou, em Casa Branca/SP, uma elevada incidência do mesmo patógeno (12,7%), portanto o local de produção, a região, as condições climáticas, a qualidade inicial e as condições de armazenamento são fatores importantes que influenciam na qualidade sanitária das sementes.

De acordo com Costa et al. (2003), os fungos de armazenamento *Aspergillus sp.* e *Penicillium sp.*, Geralmente, apresentam maiores incidências, após o armazenamento, porém isso não ocorreu, no presente trabalho, para o fungo *Penicillium sp.*, visto que as sementes ficaram armazenadas, em condições de armazém refrigerados e permaneceram com baixo teor de água.

Já, para o fungo *Aspergillus sp.*, observa-se pelos resultados da Figura 24 que houve uma maior percentagem de incidência quanto à avaliação inicial. As sementes do Norte, com 4,5% de incidência, foram, significativamente, menores que a incidência detectada, nas sementes colhidas no Sul (7,4%) e Sudoeste (9,3%). Provavelmente este fungo possui maior habilidade para desenvolver mesmo em condições de baixa temperatura e umidade,

Resultado semelhante foi encontrado por Sanches (2015), ao avaliar a qualidade fisiológica, sanitária e química inicial e durante o armazenamento de sementes de cultivares de soja de regiões edafoclimáticas distintas, o qual constatou, após seis meses de armazenamento, a incidência de *Aspergillus sp.* colhidas na cidade de Perdizes – MG e 2,8% de incidência nas sementes colhidas em Casa Branca – SP.

Figura 24 - Resultados médios (%) de incidências do fungo *Aspergillus sp.* em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão, safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento.



Fonte: Do autor (2016).

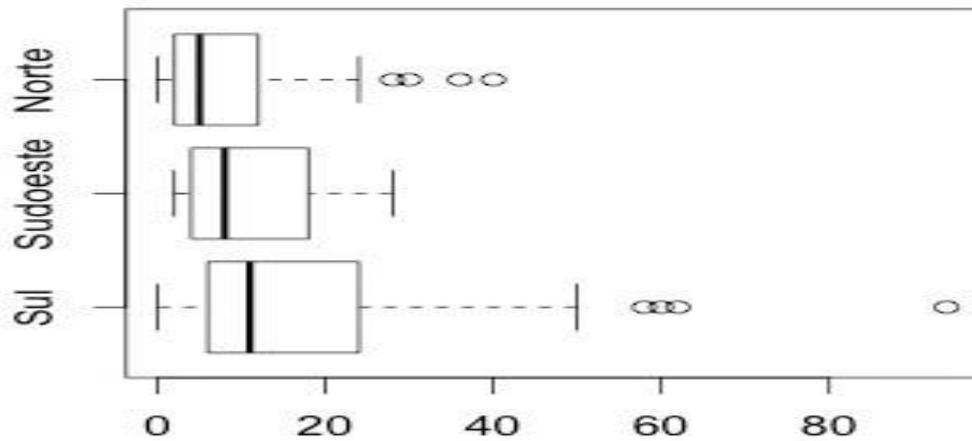
Este mesmo autor, analisando sementes de soja, em uma outra região edafoclimática, na cidade de Casa Branca/SP, encontrou elevadas médias percentuais de incidências com *Penicillium sp.* (12,7%), *Phomopsis sp.* (1,1%), *C. kikuchii* (2,1%) e *Fusarium sp.* (11,5%), no entanto apenas o gênero *Aspergillus sp.* (2,8%) ficou abaixo das médias de incidência identificadas nas regiões edafoclimáticas do estado do Maranhão.

De maneira geral, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.* e *Penicillium sp.* foram os fungos associados às sementes de soja com maiores médias de incidência, após o armazenamento. Estes resultados são semelhantes àqueles encontrados por outros pesquisadores como Costa et al. (2003), Danelli et al. (2011) e Minuzzi et al. (2010).

Pelos resultados da análise sanitária, após o armazenamento das diferentes cultivares de sementes de soja, produzidas nas três regiões do estado do Maranhão, quanto à incidência de *Fusarium semitectum*, observa-se que o menor percentual de ocorrência foi, nas sementes produzidas na região Norte (3,9%), que não diferiu dos resultados obtidos com as sementes da região Sudoeste (5,4%), e a maior incidência foi encontrada nas sementes colhidas e armazenadas na região Sul (8,6%), (FIGURA 25). Observa-se que houve redução da

incidência deste fungo, para as sementes da região Norte, após os seis meses de armazenamento. De acordo com Goulart (2004), esse patógeno perde a viabilidade, repentinamente, durante o armazenamento sob condições de ambiente.

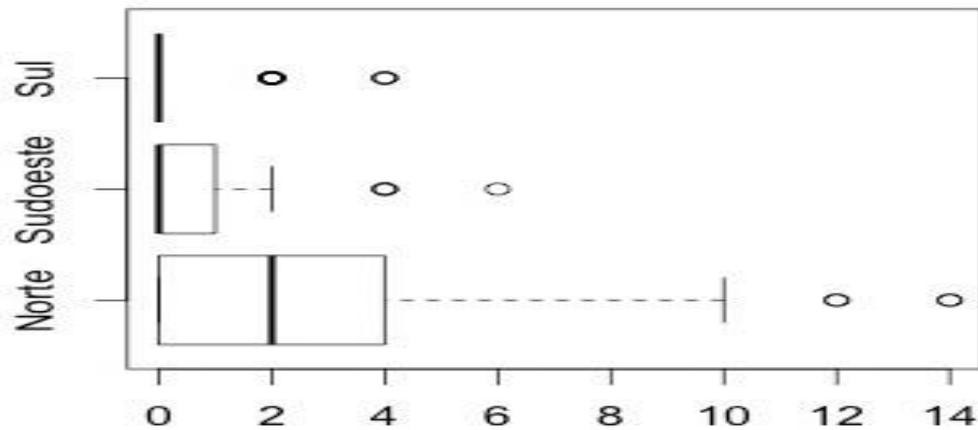
Figura 25 - Resultados médios (%) de incidências do fungo *Fusarium semitectum* em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão, safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento.



Fonte: Do autor (2016).

Na Figura 26, estão os resultados do teste de sanidade das sementes de soja de diferentes cultivares, avaliadas após seis meses de armazenamento, referentes ao fungo *Cercospora kikuchii*. Observa-se que houve baixa incidência deste fungo, em todas as regiões de coleta e não houve diferença significativa dos resultados das sementes colhidas na região Sudoeste (0,46) com aquelas que foram produzidas na região Sul (0,17%). Já o maior percentual de ocorrência foi, para as sementes da região Norte (2,37%) que, também, tiveram a maior variabilidade entre as médias. Houve amostras com até 10% de incidência deste fungo se comparar com os resultados do teste de sanidade do início do armazenamento. Observa-se que houve redução da incidência após seis meses de armazenamento.

Figura 26 - Resultados médios (%) de incidências do fungo *Cercospora kikuchii* em sementes de soja produzidas em três Macrorregiões (Norte, Sudoeste e Sul) do estado do Maranhão, safra 2013/2014, após seis meses de armazenamento.



Fonte: Do autor (2016).

Para Henning (1987), a incidência e a frequência com que os fungos de campo e de armazéns se associam às sementes de soja é variável e estão atreladas a diversos fatores dentre os quais os climáticos são tidos como os mais importantes. São de importância econômica, e a variação de incidência dos fungos associados às sementes está em função do local de produção e as elevadas temperaturas, umidade relativa do ar e precipitações, durante as fases de maturidade fisiológica, colheita, beneficiamento e principalmente, do armazenamento das sementes.

Pode-se notar que as cultivares de sementes da região Norte apresentaram baixa média de germinação (67%) e primeira contagem de germinação (58%) mesmo sendo armazenadas com teor de água abaixo de 10%. No entanto pode-se notar maior incidência do fungo *Aspergillus sp.* e *C. kikuchii* que devem ter levado a essa redução em sua germinação e em seu vigor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na produção e armazenamento de sementes de soja, no estado do Maranhão, os produtores enfrentam dificuldade e contam com grandes desafios para atingir o máximo potencial produtivo, tendo nos fatores climáticos e sanitários alguns dos evidentes problemas que interferem nas lavouras e campos de produção de sementes de soja naquele Estado.

Em razão das diferentes condições edafoclimáticas das localidades de produção e das diferentes particularidades ambientais, que, seguramente, são os principais fatores que influenciam, sobremaneira, na qualidade das sementes produzidas, não houve grande incidência dos patógenos nas diferentes regiões. Pelo teste de tetrazólio, foram detectados altos percentuais de danos mecânicos, por percevejo e por umidade, os quais não interferiram, significativamente, na qualidade dos resultados fisiológicos das análises iniciais, mas, mesmo assim, as sementes produzidas na região Sul apresentaram melhor qualidade fisiológica e sanitária em relação às regiões Sudoeste e Norte. Verificou-se, também, que, após o armazenamento, as maiores reduções do percentual de germinação e de vigor ocorreram nas amostras que foram coletadas no Norte e Sudoeste do estado do Maranhão, justamente, aquelas que tiveram maiores índices de danos, portanto pode-se considerar que as diferenças na qualidade estão mais relacionadas com o manejo.

As sementes de melhor qualidade fisiológica foram as produzidas nas regiões de reduzidas precipitações pluviométricas, durante a fase de maturidade fisiológica e colheita das sementes e, ao mesmo tempo, as que tiveram baixa incidência de patógenos de campo e de armazenamento, porém esses não tiveram muita influência na deterioração.

6 CONCLUSÕES

Os teores de água das sementes de soja das três regiões estudadas foram menores que 10% e mantiveram-se estáveis durante o armazenamento.

As amostras das sementes de soja produzidas e armazenadas, na região Sul do estado do Maranhão, apresentaram melhor qualidade fisiológica e sanitária.

Houve maior redução da qualidade, após seis meses de armazenamento das sementes, que foram produzidas nas regiões Norte e Sudoeste do estado do Maranhão.

Houve baixa incidência de patógenos de campo e de armazenamento associados às sementes, sendo os principais *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii*, *Fusarium sp*, *Penicillium sp.* e *Aspergillus sp.*.

REFERÊNCIAS

- AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C.; FARONI, L. R. D. Efeito das condições e período de armazenagem sobre a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2000.
- AGUERO, J. A. P.; VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n. 2, p. 255- 260, dez. 1997. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1997/v19n2/artigo18.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Anuário da Abrasem 2013**. Brasília, 2013. 120 p.
- ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, L. P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 1/2, p. 15-29, 2010.
- AZEVEDO, M. R. Q. A. et al. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n. 3, p. 519-524, 2003.
- BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. 294 p.
- BARBOSA, C. Z. dos R. et al. Qualidade de sementes de soja BRS Tracajá, colhidas em Roraima em função do tamanho no armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 73-80, jan./mar. 2010.
- BESSA, J. F. V. et al. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: parte I - Qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 3, p. 224-230, mar. 2015.
- BINOTTI, F. F. S. et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, abr./jun. 2008.
- BONNER, F. T. Storage of seeds. In: BONNER, F. T.; KARRFALT, R. P. (Ed.). **The woody plant seed manual**. Washington: USDA/ Forest Service, 2008. chap. 4, p. 85-95. (Agriculture Handbook, 727).
- BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A. Mecanismos de deterioração de sementes: aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 10-15, abr. 2001.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 2014/2015**. Brasília, 2015. v. 2, 101 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_11_08_55_08_boletim_graos_agosto_2015.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológico para ensino e pesquisa**. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Legislação brasileira sobre sementes e mudas**. Brasília: MAPA/SNPC, 2005. 122 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 272-278, jul./set. 2012.

CARVALHO, E. R. et al. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 12, p. 967-976, dez. 2014.

CARVALHO FILHO, R. Solos do estado do Maranhão. In: SEMINÁRIO SOBRE ASPECTOS GEOAMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DO MARANHÃO, 2011, São Luís. **Anais...** São Luís, 2011. 1 CD-ROM.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

CHAGAS, M. F. **Qualidade de sementes de soja utilizadas no estado de Mato Grosso obtidas na abrangência do circuito tecnológico APROSOJA na safra 2013/2014**. 2014. 99 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

COSTA, N. P. et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzida no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 128-132, jul. 2003.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1420-1425, ago. 2009.

CUNHA, N. R. S. et al. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 46, n. 2, p. 291-323, abr./jun. 2008.

DANELLI, A. L. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja em função do tratamento químico de sementes e foliar no campo. **Ciência y Tecnologia**, Piracicaba, v. 4, n. 2, p. 29-37, 2011.

DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 17, n. 1, p. 7-14, jan./fev. 2009.

DIAS, P. A. D. et al. Espécies de moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 128-133, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias da produção de soja – Paraná – 2003**. Londrina: Embrapa Soja 2003. 195 p. (Embrapa Soja. Sistema de produção, 2).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 220 p. (Embrapa Soja. Sistema de produção, 6).

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9 p. (Circular Técnica).

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar tmg113-rr, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios x e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 123-133, set. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n3/v32n3a14>>. Acesso em: 08 set. 2011.

FORTI, V. A. et al. Weathering damage in soybean seeds: assessment, seed anatomy and seed physiological potential. **Seed Technology**, Lincoln, v. 35, n. 2, p. 213-224, Jan. 2010.

FRANÇA NETO, J. B. et al. **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 11 p. (Série Sementes).

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39 p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 9).

FRANDELOSO, V. **Atributos da qualidade da semente de soja produzida no estado de Santa Catarina**. 2012. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

GOMES, G. D. R. et al. Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes ambientes de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2593-2604, 2012. Suplemento 1.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância**. Dourados: EMBRAPA CPAO, 1997. 57 p.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 72 p.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. A.; ANDRADE, E. P. J. M. Qualidade sanitária de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) produzidas no Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 42-46, ago.1995.

GRIS, C. F. et al. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 374-381, abr. 2010.

GUEDES, R. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 331-342, abr./jun. 2010.

HAMAWAKI, O. T. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de genótipos de soja do ciclo precoce/médio em Uberlândia, Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 201-205, abr. 2002.

HENNING, A. A. **Patologia de sementes: noções gerais**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. 52 p.

HENNING, A. A. Teste de sanidade de sementes de soja. In: SOAVE, J. C.; WETZEL, M. M. V. S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação CARGIL, 1987. p. 441-454.

HENNING, A. A.; YUYAMA, M. M. Levantamento da qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil, entre as safras 1992/1993 e 1996/1997. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 21, n. 1, p. 18-26, 1999.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, Bronx, v. 24, n. 4, p. 408-421, Oct. 1970.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base cartográfica integrada digital do Brasil ao milionésimo**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/topo_doc3.shtm>. Acesso em: 22 jun. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 2014. v. 74, 54 p.

KAPPES, C. et al. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de feijoeiro, em função de aplicações de paraquat em pré-colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 9-18, jan./mar. 2012.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 163-166, abr./jun. 2006.

KRISHNAN, P.; NAGARAJAN, S.; MOHARIR, A. V. Thermodynamic characterization of seed deterioration during storage under accelerated ageing conditions. **Biosystems Engineering**, London, v. 89, n. 4, p. 425-433, Dec. 2004.

KRZYZANOWSKI, F. C.; WEST, S. H.; FRANÇA NETO, J. B. O teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 185-187, set. 2001.

LIMA, D. C. et al. Storage of sunflower seeds. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 361-369, abr./jun. 2014.

LIMA FILHO, R. R.; AGUIAR, G. A. M.; TORRES JUNIOR, A. M. Mapitoba: a última fronteira agrícola. **AgroANALYSIS**, São Paulo, v. 33, n. 5, p. 16-19, maio 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Deterioração de sementes. In: _____. (Ed.). **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. cap. 9, p. 291-348.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. cap. 3, p. 1-24.

MEDEIROS, A. C. de S.; EIRA, M. T. S. de. **Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 13 p. (Circular técnica, 127).

MEDINA, J. C. et al. Introdução e evolução da soja no Brasil. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1982. 1062 p.

MENEZES, M. et al. Aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1/2, p. 1716-1723, dez. 2009.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 13-18, fev. 2009.

MINUZZI, A. et al. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.

OLIVEIRA, G. P. et al. Avaliação física, fisiológica e sanitária de sementes de soja de duas regiões de Mato Grosso. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 16, p. 106-114, 2012.

OLIVEIRA, J. A. et al. Transmissibilidade e danos causados por *Cercospora kikuchii* em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 97-100, 1993.

PANOBIANCO, M. et al. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 3, p. 945-949, 1999.

PAULA JÚNIOR, E. T. Estrangeiro e a propriedade da terra no mapitoba, a última fronteira agrícola do cerrado. **Revista UFG**, Goiânia, v. 12, n. 9, p. 122-127, dez. 2010.

PELÚZIO, J. M. et al. Comportamento de cultivares de soja sob condições de várzea irrigada no sul do estado do Tocantins, entressafra 2005. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 75-80, jan./mar. 2008.

PEREIRA, C. E. et al. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 656-665, maio/jun. 2007.

PEREIRA, G. A. C. **Fungos em sementes de soja**. Dourados: EMBRAPA, 2005. 58 p.

PESKE, S. T.; PEREIRA, L. A. G. Tegumento da semente de soja. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v. 6, n. 1/2, p. 23-34, 1983.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. rev. e ampl. Pelotas: Editora da UFPel, 2012. 573 p.

PORTO, A. G. **Resfriamento de sementes de soja em silo com sistema de distribuição radial do ar**. 2004. 47 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

ROCHA, F. S. et al. Danos causados por diferentes potenciais de inoculo de *Aspergillus ochraceus* no vigor de sementes de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 2895-2904, nov./dez. 2014.

RODRIGUES, O. et al. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 431-437, mar. 2001.

SANCHES, M. F. G. **Local de produção, armazenamento e qualidade de sementes de soja**. 2015. 45 p. Dissertação (Dissertação em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

SANO, E. E. et al. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 153-156, jan. 2008.

SANO, E. E. et al. **Metodologias para mapeamento de pastagens degradadas no cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 22 p.

SANTA CATARINA. Secretária de Estado da Agricultura e Pesca. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2010-2011**. Florianópolis: CEPA/EPAGRI, 2011. 184 p.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SANTOS, J. F. et al. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 743-751, 2011.

SANTOS, P. E. de C. Sementes é tecnologia. **Revista Agroanalysis**, Brasília, p. 31-37, mar. 2014. Especial ABRAEM. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2014/04/Mat%C3%A9ria-Semente-%C3%A9-Tecnologia.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2016.

SCHEEREN, B. R. et al. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 35-41, set. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222010000300004>. Acesso em: 08 set. 2011.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BOREM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora da UFV, 2015. 333 p.

SETIYONO, T. D. et al. Understanding and modeling the effect of temperature and day length on soybean phenology under high-yield conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 100, n. 2/3, p. 257-271, Feb. 2007.

SILVA, F. S. et al. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 45-56, 2010.

SMANIOTTO, T. A. S. et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, V. **Ambiente controlado para armazenamento e qualidade de sementes de soja em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2006. 5 p. (Comunicado Técnico, 14).

STEINER, F. et al. Germinação de sementes de rabanete sob temperaturas adversas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 4, p. 430-434, out./dez. 2009. Disponível em: <<http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=540&path%5B%5D=1039>>. Acesso em: 11 set. 2011.

TALAMINI, V.; CARVALHO, H. W.; OLIVEIRA, I. R. **Qualidade sanitária de sementes de soja de diferentes cultivares introduzidos para cultivo em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 16 p. (Boletim de Pesquisa/Embrapa Tabuleiros Costeiros).

TRENTIN, R. et al. Subperíodos fenológicos e ciclo da soja conforme grupos de maturidade e datas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 7, p.703-713, jul. 2013.

VALLADARES, G. S. et al. **Mapeamento da aptidão agrícola das 82 terras do Estado do Maranhão**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. 25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 6).

VERA, R. et al. Caracterização física e química de frutos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no estado do Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 93-99, abr./jun. 2007.

VIEIRA, B. G. T. L. et al. Alternative procedure for the cold test for soybean seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 540-545, Sept./Oct. 2010.

VIEIRA, R. D. et al. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 220-224, 1996.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 4, p.1-26.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente. **Seed News: a revista internacional de sementes**, Pelotas, v. 8, n. 4, p. 22-25, jun./ago. 2009.

WIELEWICKI, A. P. et al. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 191-197, dez. 2006.

YAJA, J.; PAWELZIK, E.; VEARASILP, S. Prediction of soybean seed quality in relation to seed moisture content and storage temperature. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 8, 2005, Stuttgart-Hohenheim. **Proceedings...** Stuttgart-Hohenheim: Chaingmai University, 2005. p. 1-4. Disponível em: <<http://www.tropentag.de/2005/abstracts/full/255.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2016.

ZUCHI, J. et al. Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 353-360, 2013.