

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

EFEITO IMEDIATO E LATENTE DA TEMPERATURA DO AR DE  
SECAGEM SOBRE A QUALIDADE DAS SEMENTES DE  
AMENDOIM

KARINA LAÍS LEITE SARATH

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2013

# **EFEITO IMEDIATO E LATENTE DO AR DE SECAGEM SOBRE A QUALIDADE DAS SEMENTES DE AMENDOIM**

**KARINA LAÍS LEITE SARATH**  
Engenheira Agrônoma

Orientador: PROF. DR. ANDRÉ LUÍS DUARTE GONELI

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre

**DOURADOS**  
**MATO GROSSO DO SUL**  
2013

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD**

633.3 Sarath, Karina Laís Leite.  
S2437 Efeito imediato e latente da temperatura do ar de  
secagem sobre a qualidade das sementes de  
amendoim / Karina Laís Leite Sarath – Dourados-  
MS : UFGD, 2013.  
57 f.

Orientador: Prof. Dr. André Luis Duarte Goneli.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia)  
Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Amendoim – Cultivo. 2. Sementes –  
Armazenamento. I. Título.

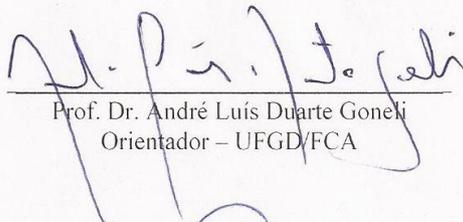
EFEITO IMEDIATO E LATENTE DO AR DE SECAGEM SOBRE A  
QUALIDADE DAS SEMENTES DE AMENDOIM

por

Karina Laís Leite Sarath

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título do  
MESTRE EM AGRONOMIA

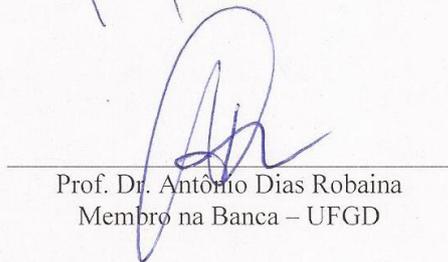
Aprovada em: 21/ 03 /2013



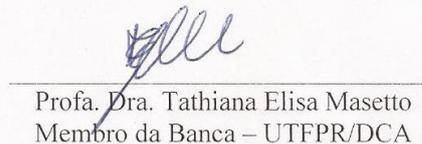
Prof. Dr. André Luís Duarte Gonet  
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Paulo Cesar Corrêa  
Membro da Banca – UFV/DEA



Prof. Dr. Antônio Dias Robaina  
Membro na Banca – UFGD



Prof. Dra. Tathiana Elisa Masetto  
Membro da Banca – UTFPR/DCA

Aos meus pais Nelson e Elis, ao meu irmão Kleber e ao meu noivo Guilherme, pelos exemplos de determinação, confiança e amor.

## **DEDICO**

A Deus pelo seu amor incondicional e infinito, que me acompanha em todos os momentos da minha vida.

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTO

A Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade concedida para a realização deste trabalho.

Ao Professor André Luís Duarte Goneli, pela orientação, paciência, amizade e pelos valiosos ensinamentos.

Ao Doutor Paulo Cesar Corrêa pelas valiosas críticas e sugestões.

Aos Professores Antônio Dias Robaina e Tathiana Masseto pelas contribuições e sugestões.

Ao Professor Munir Mauad por todo o auxílio durante o desenvolvimento da pesquisa no campo.

Ao meu colega de Pós-Graduação Willian Dias Araújo por toda ajuda e pela amizade.

Ao Guilherme Silva Michels pelo companheirismo, paciência e amor.

Aos estudantes de iniciação científica Henrique e Alexandre pela ajuda durante a realização deste trabalho.

À Capes pela bolsa concedida.

A todos aqueles que direta ou indiretamente participaram da realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO. . . . .	ix
LISTA DE QUADROS. . . . .	vii
LISTA DE FIGURAS. . . . .	ix
ABSTRACT. . . . .	x
1. INTRODUÇÃO . . . . .	1
2. REVISÃO DE LITERATURA. . . . .	5
2. 1. A cultura do amendoim. . . . .	5
2. 2. Secagem e armazenamento. . . . .	7
2. 3. Qualidade fisiológica. . . . .	9
2.4. Qualidade tecnológica. . . . .	11
3. MATERIAL E MÉTODOS. . . . .	13
3. 1. Colheita e secagem das vagens. . . . .	13
3. 2. Qualidade fisiológica das sementes. . . . .	14
3. 2. 1. Teste de germinação. . . . .	14
3. 2. 2. Primeira contagem do teste de germinação. . . . .	15
3. 2. 3. Teste de frio modificado com solo. . . . .	15
3. 2. 4. Teste de envelhecimento acelerado. . . . .	15
3. 2. 5. Teste de tetrazólio. . . . .	16
3. 2. 6. Teste de condutividade elétrica. . . . .	16
3. 3. Qualidade tecnológica. . . . .	17
3. 3. 1. Perda de matéria seca do fruto e da semente. . . . .	17
3. 3. 2. Cor das sementes. . . . .	18
4. Análise estatística. . . . .	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO. . . . .	20
5.1. Qualidade fisiológica. . . . .	21
5.1.1. Teste padrão de germinação. . . . .	21
5.1.2. Vigor. . . . .	26
5.1. 2. 1. Primeira contagem da germinação. . . . .	26
5. 1. 2. 1. Teste de envelhecimento acelerado. . . . .	28
5. 1. 2. 2. Teste de frio modificado com solo. . . . .	34
5.1. 2. 3. Teste de tetrazólio. . . . .	36
5.1. 2. 4. Teste de condutividade elétrica. . . . .	38
5.2. Qualidade tecnológica. . . . .	41
5.2.1 Perda de matéria seca. . . . .	41
5.2.2. Cor. . . . .	45
6. CONCLUSÕES. . . . .	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. . . . .	52

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.	Resultados médios de teor de água (% b. u.) de sementes (S) e frutos (F) de amendoim, em função da temperatura de secagem (°C) e do tempo de armazenamento (dias). . . . .	21
QUADRO 2.	Equações de regressão ajustadas aos valores da plântulas normais (G), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) do teste de germinação em função do tempo de armazenamento para diferentes temperaturas de secagem . . . . .	26
QUADRO 3.	Equações de regressão ajustadas aos valores da primeira contagem do teste de germinação (PC) em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem. . . . .	28
QUADRO 4.	Teores médios do teor de umidade (% b. u.) de sementes de amendoim, submetidas a 48 e 72 horas de envelhecimento acelerado, em função da temperatura de secagem (°C) e do tempo de armazenamento (dias). . . . .	28
QUADRO 5.	Equações de regressão ajustadas aos valores da primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado 48 horas (PCEA48) e a 72 horas (PCEA72), e a contagem final do teste de envelhecimento acelerado 48 horas (EA48) e a 72 horas (EA72) em função do tempo de armazenamento para diferentes temperaturas de secagem. . . . .	33
QUADRO 6.	Equações de regressão ajustadas aos valores da primeira contagem do teste de frio modificado (PCFM) e da contagem final do teste de frio modificado (FM), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem. . . . .	36
QUADRO 7.	Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de sementes vigorosas no teste de tetrazólio (T), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem. . . . .	38
QUADRO 8.	Equações de regressão ajustadas aos valores da Condutividade elétrica, em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ , de sementes de amendoim (CE), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem. . . . .	40
QUADRO 9.	Equações de regressão ajustadas aos valores da perda de matéria seca de frutos (PMSF) e de sementes de amendoim (PMSS), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem. . . . .	41
QUADRO 10.	Equações de regressão ajustadas aos valores das coordenadas “L”, “a” e “b”, do índice croma (CR) e da diferença de cor ( $\Delta E$ ), das sementes de amendoim, em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem. . . . .	41

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Representação do sólido de Hunter. . . . .	20
FIGURA 2.	Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar, durante o armazenamento das sementes de amendoim em ambiente não controlado. . . . .	21
FIGURA 3.	Porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de germinação das sementes de amendoim em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	23
FIGURA 4.	Porcentagem de plântulas anormais da contagem final do teste de germinação das sementes de amendoim em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	24
FIGURA 5.	Porcentagem de sementes mortas na contagem final do teste de germinação das sementes de amendoim em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	25
FIGURA 6.	Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de germinação das sementes de amendoim em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	27
FIGURA 7.	Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado com 48 horas de exposição das sementes de amendoim a alta temperatura a umidade, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	29
FIGURA 8.	Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado com 72 horas de exposição das sementes de amendoim a alta temperatura a umidade, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	29
FIGURA 9.	Porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de envelhecimento acelerado com 48 horas de exposição das sementes de amendoim a alta temperatura a umidade, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	31
FIGURA 10.	Porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de envelhecimento acelerado com 72 horas de exposição das sementes de amendoim a alta temperatura a umidade, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	31
FIGURA 11.	Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de frio modificado (PCFM), em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	34
FIGURA 12.	Porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de frio modificado (FM), em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	35
FIGURA 13.	Porcentagem de sementes vigorosas no teste de tetrazólio (T), em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	36
FIGURA 14.	Sementes de amendoim classificadas como não vigorosas no teste de tetrazólio. . . . .	37
FIGURA 15.	Condutividade elétrica, em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ , de sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	38
FIGURA 16.	Perda de matéria seca de frutos de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	45

FIGURA 17.	Perda de matéria seca de sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. . . . .	45
FIGURA 18.	Valores médios da coordenada “L” das sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.	
FIGURA 19.	Valores médios da coordenada “a” das sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.	46
FIGURA 20.	Valores médios da coordenada “b” das sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.	46
FIGURA 21.	Valores médios do índice croma das sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.	47
FIGURA 22.	Valores médios da diferença de cor das sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.	48

## RESUMO

SARATH, Karina Laís Leite, M.S., Universidade Federal da Grande Dourados, março de 2013. **Efeito imediato e latente do ar de secagem sobre a qualidade de sementes de amendoim.** Orientador: André Luís Duarte Goneli

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da interação entre diferentes temperaturas do ar de secagem (40, 50, 60 e 70°C) e tempos de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias) sobre a qualidade fisiológica de sementes de amendoim. Foram utilizadas sementes produzidas na Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (FAECA), da variedade IAC – 505. As sementes foram colhidas com teor de água de aproximadamente  $36 \pm 2\%$  b. u. e submetidas a diferentes temperaturas do ar de secagem até aproximadamente  $7 \pm 1\%$  b. u.. Após a secagem as sementes foram armazenadas em ambiente não controlado durante um período de 150 dias, sendo analisadas no início do experimento e a cada mês subsequente. As sementes foram avaliadas quanto a sua qualidade fisiológica e tecnológica. A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada através do teste padrão de germinação, primeira contagem da germinação, teste de envelhecimento acelerado, teste de frio modificado com solo, teste de tetrazólio e teste de condutividade elétrica. A análise da qualidade tecnológica foi realizada através da perda de matéria seca e da avaliação da cor durante o tempo de armazenamento. Os resultados encontrados indicam que com a elevação da temperatura do ar de secagem combinada ao tempo de armazenamento, houve redução na qualidade fisiológica das sementes em todos os testes realizados. A perda de matéria seca dos frutos e das sementes foi mais elevada nas maiores temperaturas de secagem, sendo influenciadas pelo tempo de armazenamento, assim como a cor das sementes, que apresentou escurecimento durante o armazenamento. A temperatura de 40°C é a recomendada para a secagem de sementes de amendoim.

## ABSTRACT

SARATH, Karina Laís Leite, M.S., Universidade Federal da Grande Dourados, March de 2013. **Immediate and latent air drying on quality of groundnut seed.** Adviser: André Luís Duarte Goneli

This work was carried out to evaluate the effect of the interaction between different drying air temperatures (40, 50, 60 and 70 ° C) and storage times (0, 30, 60, 90, 120 and 150 days) on the seed quality of peanuts. The seeds used were produced at the Experimental Farm of the Federal University of Grande Dourados (FAECA), the IAC - 505. Seeds were harvested at moisture content of approximately  $36 \pm 2\%$  b. u. and subjected to different drying air temperatures up to approximately  $7 \pm 1\%$  b. u. . After drying the seeds were stored either at room temperature over a period of 150 days, and analyzed at baseline and every month thereafter. The seeds were evaluated for their physiological and technological quality. The assessment of physiological seed quality was performed using standard germination, first count of germination, accelerated aging test, cold test modified with soil, tetrazolium test and conductivity test. The technological quality analysis was performed using the dry matter loss and assessment of color during the storage time. The results indicate that with increasing drying air temperature combined with storage time, there was a reduction in physiological seed quality in all tests. The loss of dry matter and seeds of the fruits was higher in higher drying temperatures, being influenced by storage time, and the color of the seed, which showed browning during storage. A temperature of 40 ° C is recommended for drying peanut seeds.

## 1. INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaeae*) é considerado como a segunda leguminosa mais importante no mundo, apresentando um alto valor na indústria alimentícia, por apresentar em sua composição vitaminas lipossolúveis A, D e E, além do óleo ser fonte de ácidos graxos, como o linoleico, considerado essencial ao homem. Na indústria farmacêutica, o óleo de amendoim é utilizado, quando convenientemente refinado, como veículo solvente de medicamentos, em produtos injetáveis, além de ser utilizado na fabricação de sabões e sabonetes, produção de tintas e vernizes (NAKAGAWA et al., 2011).

A porcentagem de óleo contido nos grãos de amendoim é, em média, de 44% podendo variar entre variedades. Em termos de ácidos graxos, comparando-se com o óleo da soja, o amendoim contém, em média, 41 e 38% dos ácidos oleico e linoleico, respectivamente, contra 24 e 55% do óleo da soja (SANTOS et al., 2012). A relação dos ácidos graxos oleico/linoleico (O/L) é um importante indicador da estabilidade do óleo e, portanto, uma maior vida de prateleira (ISLEIB et al., 2006; SINGKHAM et al., 2010), proporcionando a manutenção da qualidade dos produtos durante o armazenamento. A elevada quantidade de óleo na composição do amendoim permitiu a introdução desta oleaginosa no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, (ZONTA, 2011).

No Estado de São Paulo a cultura do amendoim vem sendo cultivada em sucessão à cana-de-açúcar nas épocas de reforma de canaviais, sendo então uma forma lucrativa de impedir a erosão, controlar plantas daninhas e ainda melhorar a qualidade física, química e biológica do solo, visto que por ser uma espécie leguminosa, apresenta associações com bactérias simbióticas fixadoras de nitrogênio atmosférico, logo os restos culturais do amendoim fornecem nutrientes pra o estágio inicial de desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar (RAMOS et al., 2008).

O cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul vem crescendo nos últimos anos, sendo que na safra de 2011/2012, a área cultivada com a cana-de-açúcar foi de aproximadamente 480,9 mil hectares (CONAB, 2013).

Nesse sentido, amendoim torna-se uma excelente opção de cultura a ser utilizada nas reformas de canaviais do Mato Grosso do Sul, em decorrência de solo e clima favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura do amendoim.

Entretanto, para o bom desenvolvimento de qualquer cultura é necessária à utilização de sementes com elevado potencial fisiológico. As sementes apresentam o máximo potencial germinativo e vigor na maturidade fisiológica. Neste ponto, a maioria das culturas apresentam um alto teor de água e as operações de colheita não são possíveis, assim como o armazenamento torna-se impróprio, pois o elevado teor de água favorece o desenvolvimento de insetos e microrganismos além de favorecer uma elevada taxa de respiração, fatores estes que contribuem para redução do potencial fisiológico das sementes (NAKAGAWA, 2011).

Na maioria das vezes as sementes são mantidas no campo, para que o seu teor de água seja reduzido, e assim facilitar as operações de colheita, ocorrendo então um maior período de exposição às condições climáticas, que podem favorecer a danificação e o processo de deterioração. A antecipação da colheita torna-se fundamental para evitar danos qualitativos às sementes, o teor de água tende a ser elevado, fazendo necessária a remoção da água de maneira artificial, com a secagem.

A secagem é um processo fundamental para a preservação da qualidade fisiológica das sementes, pois permite a redução do teor de água a níveis desejados para um armazenamento eficiente, além de minimizar as alterações químicas e físicas que são influenciadas pelo elevado teor de água. Após os processos de secagem e beneficiamento, as sementes podem ser comercializadas imediatamente ou armazenadas por determinados períodos de tempo.

O armazenamento, portanto, é de extrema importância para a manutenção da qualidade morfofisiológica das sementes, e requer baixa umidade relativa do ar e baixa temperatura do ambiente, para que as atividades metabólicas sejam minimizadas, preservando então a qualidade. A composição química, assim como seu genótipo, são fatores que podem afetar a longevidade das sementes, uma vez que as culturas oleaginosas são mais propensas à deterioração que as amiláceas, por apresentarem menor estabilidade química do lipídeo em relação ao amido (ZONTA, 2011).

Portanto, a secagem e o armazenamento, são de extrema importância na manutenção da qualidade fisiológica das sementes, que pode ser verificada por meio do teste de germinação e de testes de vigor. O teste padrão de germinação demonstra o potencial de uma semente para germinar sob condições ótimas de temperatura e umidade. Os testes de vigor possuem o objetivo de completar as informações obtidas no teste de germinação, detectando diferenças na qualidade de lotes com germinação semelhante, distinguindo os lotes de alto e de baixo vigor.

Sementes mais vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, pois apresentam maior capacidade de transformação das reservas dos tecidos de armazenamento e um maior aproveitamento destes pelo eixo embrionário do que as sementes de baixo vigor (MARCOS FILHO, 1999). O vigor de uma semente é resultado de uma combinação de fatores genéticos que favorecem um rápido estabelecimento e crescimento de plantas no campo, podendo ser estimado através da realização de testes que a submetem a condições adversas, semelhantes às encontradas no campo. A primeira contagem da germinação, realizada em conjunto com o teste de germinação, é considerado um teste de vigor, pois na cultura do amendoim, no quinto dia após a montagem do teste de germinação, é contabilizado o número de plântulas normais. Quanto maior o número de plântulas normais na contagem realizada aos cinco dias, mais vigoroso é o lote de sementes. Os testes de envelhecimento acelerado, frio modificado, tetrazólio e a condutividade elétrica também são utilizados para mensurar o vigor de sementes.

Além da qualidade de sementes, a qualidade tecnológica do grão de amendoim também pode ser avaliada. A qualidade tecnológica também é de fundamental importância na produção do amendoim, sendo influenciada pelos processos de secagem e armazenamento. Quando estes são realizados em condições inadequadas, podem favorecer a proliferação de fungos e insetos, causando então a redução da qualidade tecnológica das sementes.

Sendo higroscópicas, as variações que ocorrem no ambiente de armazenamento são, possivelmente, responsáveis pela alteração da temperatura e da umidade da massa de sementes. Estas variações podem desencadear diversos processos nas sementes, iniciadas com a respiração, além de favorecer o desenvolvimento de microrganismos. Tanto a respiração, como o desenvolvimento de microrganismos são processos de elevado gasto energético, que podem causar redução na quantidade de reservas das sementes e conseqüentemente redução da matéria seca, que em grandes armazéns, pode causar uma redução da massa final (quebra técnica).

Alguns testes capazes de determinar a qualidade fisiológica das sementes também são eficientes para a avaliação da qualidade tecnológica. O teste de condutividade elétrica além de ser utilizado para a avaliação fisiológica das sementes, também é uma importante ferramenta a nível tecnológico, pois fornece resultados da desordem celular (GONELI et al., 2007) ocorrida em diferentes processos. A danificação mecânica além de causar rupturas celulares e favorecer a lixiviação

eletrolítica também expõe os grãos mais facilmente ao desenvolvimento de microorganismos. Os fungos de armazenamento são responsáveis por diversos danos à qualidade da massa de grãos podem causar alterações na cor das sementes de amendoim, e torná-los impróprios para o consumo “*in natura*” ou processados (ZONTA, 2011).

A avaliação da cor das sementes durante o armazenamento é um importante parâmetro para avaliação da qualidade tecnológica das mesmas, pois a variação da cor durante o armazenamento pode estar associada a variações na umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente de armazenamento.

Assim, percebe-se que os parâmetros fisiológicos e tecnológicos são de fundamental importância para a produção de sementes de qualidade. Portanto, objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e tecnológica de sementes de amendoim, submetidas a diferentes temperaturas do ar de secagem e tempos de armazenamento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2. 1. A cultura do amendoim

O amendoim (*Arachis hypogaeae*) é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo, ocupando cerca de 22 milhões de hectares de área plantada (LIMA, 2011). É uma planta originária da América do Sul, com provável centro de origem na região que vai do noroeste da Argentina ao Sul da Bolívia, região compreendida pelas latitudes de 10° a 30° (MARTINS & PEREZ, 2006). O cultivo do amendoim no Brasil teve início com os indígenas, antes da chegada dos portugueses no país (NAKAGAWA et al. 2011). Após a chegada dos portugueses no Brasil, o amendoim começou a ser disseminado nas colônias portuguesas na África e na Ásia. No ano de 1929, sementes de amendoim foram enviadas à Itália e rapidamente ganharam a Europa e os Estados Unidos (MARTINS, 2006). Na década de 70, a produção brasileira de amendoim era destinada à indústria esmagadora, que abastecia o mercado interno e externo com óleo e farelos destinados à exportação (FREITAS & AMARAL, 2002). A partir do ano de 1980 a população brasileira passou a substituir o óleo de amendoim por óleo de soja, e a partir daí a produção de farelo e óleo de amendoim ficou voltada praticamente para a exportação (ROCHA & BARBOSA, 1990).

O Brasil apresenta as condições climáticas ideais para a produção de amendoim de boa qualidade, porém a produção brasileira permaneceu durante um longo período de estagnação, pois as áreas de cultivo do amendoim foram destinadas a produção de laranja, soja, e cana-de-açúcar (NEGRI NETO, 2003). Nos últimos anos, a produção do amendoim vem se restabelecendo, situando-se em torno de 300.000 toneladas. A lavoura é conduzida por cultivares eretas e rasteiras (*runner*), sendo essas últimas mais expressivas no Sudeste brasileiro (SANTOS et al., 2005).

De acordo com Freitas e Amaral (2002), no início da década de 1990, a população brasileira passou a consumir o amendoim *in natura*, sendo a produção destinada à indústria confeitaria, o que requer um produto de melhor qualidade.

Segundo Freire et. al. (2005) o consumo regular do amendoim, ou de seus subprodutos é uma boa alternativa na suplementação da dieta alimentar, principalmente para a população de baixa renda, que tem pouco acesso a fontes de proteína animal. Os

grãos de amendoim contém carboidratos, fibras, vitaminas E e B, ácido fólico, cálcio, fósforo, magnésio, zinco, ferro, riboflavina, tiamina e potássio (DUARTE, 2008). O óleo apresenta ácidos graxos insaturados tais como ácidos oleicos e linoleicos (GODOY et. al, 2005).

A planta do amendoim é herbácea, anual, pubescente, ramificada, de porte rasteiro, ereto ou intermediário, alcançando uma altura de 0,70m. Os cultivares de amendoim podem ser identificados como de hábito de crescimento ereto ou rasteiro e esta diferenciação apresenta implicações agrônômicas importantes. Os cultivares de amendoim que apresentam ramificações alternadas pertencem ao Grupo Virgínia, classificada como *Arachis hypogaea* L. subespécie *hypoegaea*, já os cultivares que apresentam ramificações sequenciais englobam os grupos *Spanish* e Valência, classificados respectivamente como *Arachis hypogaea* L. subespécie *fastigiata* variedade *vulgaris* Hars e *Arachis hypogaea* L. subespécie *fastigiata* variedade *fastigiata* (NAKAGAWA et al., 2011).

Os cultivares dos grupos *Spanish* e Valência, de ramificações sequenciais foram disseminados em regiões de pequenas propriedades por apresentarem ciclo curto e porte ereto, o que facilita a colheita e possibilita o cultivo em duas safras. Já os cultivares de porte rasteiro (grupo Virgínia) que exigem sistemas mais tecnizados são os mais cultivados por grandes produtores, principalmente em áreas de reformas de canavial (NAKAGAWA et al., 2011).

O amendoim é cultivado de forma mais significativa em dez estados brasileiros, com maior destaque ao Estado de São Paulo com 80% da produção nacional, seguido pela Bahia 3,6% e Mato Grosso 2,8%. O Estado de São Paulo apresenta área cultivada de 69,9 mil hectares plantados com amendoim, com uma produtividade média de 3.016 kg\ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2012). A elevada produção do amendoim pelo Estado de São Paulo deve-se principalmente a rotação de culturas com a cana-de-açúcar (RAMOS et. al, 2008). O plantio do amendoim em rotação com a cana-de-açúcar é recomendado, pois protege o solo contra a erosão, evita a multiplicação de plantas daninhas, além da possível recuperação da fertilidade do solo, proporcionando aumento da capacidade da troca de cátions e da disponibilidade de macro e micro nutriente, assim como a estabilização dos agregados do solo e principalmente a incorporação do nitrogênio ao solo, efetuada pela fixação biológica com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (AMBROSANO et al., 2011).

No Estado de São Paulo, maior produtor nacional de amendoim, destaca-se o cultivo em maior proporção de três novos cultivares: o IAC-Caiapó, de porte rasteiro e produtividade média de 4.100 kg\ha<sup>-1</sup>, o IAC-Tatu-ST de porte ereto, ciclo curto e película vermelha e produtividade média de 2.950 kg\ha<sup>-1</sup> e o IAC-Runner 886, de porte rasteiro, com grãos tipo exportação e produtividade média de 4.100 kg\ha<sup>-1</sup> (MARTINS & PEREZ, 2006). O cultivar IAC- 505 apresenta ciclo da sementeira à maturação de 130 dias, em média, com vagens uniformes. Este cultivar apresenta potencial produtivo de 6.500 kg\ha. Suas vagens contêm duas sementes, com rendimento de 70 a 80% no descascamento e massa das sementes variando entre 0,5 e 0,7g por semente e estas apresentam película de cor marrom clara e alto teor de óleo (PIGUINELLI, 2007). A alta produtividade da cultivar pode ser limitada pela susceptibilidade às manchas castanha e preta e à ferrugem, moderada susceptibilidade a verrugose, apresentando moderada resistência à mancha barrenta. Estas doenças comprometem a área foliar da planta de amendoim, reduzindo a área fotossintética da planta e conseqüentemente a sua produtividade.

## **2.2. Secagem e armazenamento de sementes**

A semente constitui-se no elemento básico para a instalação e condução de uma boa cultura. Deve ser de boa procedência e de qualidade comprovada, dando-se especial atenção à sua pureza varietal, poder germinativo, vigor e sanidade. A produção de sementes de amendoim demanda alta tecnologia para evitar vários riscos que ocorrem usualmente desde a colheita até a comercialização (ROSSETO et al., 2003). A utilização de sementes com alto padrão de qualidade é fator de fundamental para a obtenção da população adequada de plantas, pois estas influem diretamente no sucesso da lavoura, contribuindo para que níveis máximos de produtividade sejam alcançados (CARVALHO, 2009).

A colheita do amendoim assim como de outras culturas, é realizada depois da maturidade fisiológica, pois assim evita-se que as sementes fiquem expostas a flutuações de temperatura e umidade, sendo necessária a secagem imediata das sementes e assim evitar danos físicos e fisiológicos. A secagem é uma operação que possibilita antecipar a colheita e permite a obtenção de sementes de melhor qualidade (OLIVA et al., 2012).

De acordo com Carlesso (2005), a secagem é uma das operações de pré-processamento de sementes mais importantes para obter-se um produto de elevada qualidade e dela depende a preservação qualidade fisiológica do produto a ser comercializado ou usado como meio de propagação.

A secagem é um complicado processo simultâneo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, que consiste na remoção do excesso de água contida na semente por meio de evaporação, geralmente causada por convecção forçada de ar aquecido (YILBAS et al., 2003).

De acordo com a revisão de Eichol (2005) consideram que a permanência das sementes com elevados teores de água, durante o período compreendido entre a colheita e a secagem, contribui para o processo de deterioração devido a alta atividade metabólica que, além de consumir as substâncias de reserva libera água favorecendo o desenvolvimento de microrganismos e insetos. Portanto a realização da secagem das sementes deve ser realizada o mais rápido possível após a colheita. Normalmente, na secagem, o ar forçado é usado para transportar a água da semente para fora do sistema, sendo que ar forçado e quente é usado para aquecer as sementes, fazendo com que a água dos tecidos internos migre para a superfície das sementes e seja evaporada, para assim diminuir a umidade da massa de sementes que está no processo de secagem (EICHOL, 2005).

Os limites da temperatura do ar de secagem são determinados em função da sensibilidade dos grupos químicos que determinam a viabilidade da semente uma vez que o produto, durante a secagem, em períodos de taxa decrescente, tem sua temperatura aumentada, aproximando-se daquela a qual o processo se desenvolve. Segundo Carlesso (2005), deve-se combinar a temperatura e o fluxo de ar de secagem, para que estes interfiram significativamente na diminuição do tempo gasto no processo, impedindo a degradação das sementes submetidas ao processo de secagem.

Sementes de arroz submetidas a diferentes temperaturas de secagem apresentaram, segundo Menezes et al. (2012) presença de fissuras que foram induzidas e crescentes com as temperaturas de secagem, resultando em plântulas anormais e sementes mortas. Eichol & Peres (2008), afirmaram que em sementes de milho, ocorre aumento na danificação, principalmente fissuras internas, quando são utilizadas temperaturas elevadas de secagem. Ulmann et al. (2010) verificaram em sementes de pinhão manso, a redução da qualidade fisiológica a medida que a temperatura do ar de secagem foi elevada. Sementes de pimentão secas artificialmente com diferentes

temperaturas de secagem apresentaram danos fisiológicos para as mais elevadas temperaturas de secagem (SARMENTO et al., 2012).

Um grande desafio para o produtor é, depois de realizada a secagem, a manutenção da qualidade fisiológica da semente nos armazéns. Segundo Smidele (2008) no armazenamento, a longevidade das sementes está sujeita a fatores externos que afetam a qualidade. Para um armazenamento eficiente de sementes, o produto deve ser submetido a operações de secagem e de aeração. A execução desses processos prolonga o período de armazenamento e evita a deterioração do produto, resultante de sua atividade biológica. O período ideal de armazenamento de sementes é desde sua colheita até a época de semeadura na próxima safra. Sendo que o armazenamento das sementes inicia-se antes que seja realizada a operação de colheita, ou seja, quando as sementes alcançam o ponto de maturação fisiológica.

Toledo et al. (2007) observaram em sua revisão que os principais fatores abióticos que afetam a qualidade da semente no armazenamento o teor de água das sementes relacionado à umidade relativa do ambiente e as condições de temperatura de armazenamento. De acordo com Azeredo et al. (2005) as condições ideais para a conservação das sementes são aquelas em que as suas atividades metabólicas são reduzidas ao mínimo, mantendo-se baixas a umidade relativa e temperatura no ambiente de armazenamento. Dessa forma, a armazenagem adequada das sementes evita perdas tanto no aspecto qualitativo como quantitativo.

A falta de conhecimento sobre a forma correta de efetuar o armazenamento de sementes por parte dos agricultores está diretamente relacionada aos problemas que os mesmos enfrentam nesta etapa ou em etapas posteriores, como a germinação após o plantio das sementes provenientes do armazenamento (ANDRADE et al., 2012). O armazenamento de sementes quando realizado de forma inadequada proporciona o desenvolvimento de fungos que além de diminuir a massa de grãos reduz o poder germinativo das sementes.

### **2.3. Qualidade fisiológica**

De acordo com Marcos Filho (2005) a qualidade de sementes é um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, indicando que o potencial de desempenho das sementes somente pode ser identificado, se maneira

consistente, quando é considerada a interação dos atributos de natureza genética física, fisiológica e a sanidade.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes, por meio de testes de vigor é de extrema importância, pois existem relatos que lotes de sementes que apresentam porcentagem de germinação semelhante, porém exibem comportamentos distintos no campo e no armazenamento (ROSSETO et al., 2004).

De acordo com Marcos Filho et al. (2005), o início do processo de germinação ocorre com o encerramento do período de repouso fisiológico, tendo como início a embebição da semente. Entretanto, o fim da germinação não é claro, alguns cientistas relatam que o processo se encerra com a protrusão da raiz primária, outros relatam que apenas a emissão da raiz primária não é o suficiente para avaliar o potencial do estabelecimento da plântula no campo. As Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009) definem que a germinação das sementes, realizadas em testes de laboratório, é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo.

O teste padrão de germinação é realizado em ambiente controlado favorável, não expondo as sementes à condições adversas, portanto as transformações degenerativas sutis ocorridas nas sementes não são detectadas. Sementes de amendoim, por possuírem um elevado teor de óleo deterioram-se mais facilmente, pois ocorre a peroxidação de lipídeos, que causam a desintegração das membranas causando danos à qualidade das sementes (PERREIRA & ROSSETO, 2005). Os testes de vigor são amplamente utilizados, pois estimam com maior precisão a qualidade das sementes (NERY et al., 2009).

Para evitar que os danos causados pela secagem interfiram diretamente nos resultados do teste de germinação, a hidratação controlada retarda a velocidade de deterioração das sementes alterando o comportamento fisiológico das mesmas. As sementes são colocadas em contato com uma atmosfera úmida saturada com vapor de água, para que a semente absorva água lentamente e os processos preparatórios para a germinação ocorram, sem que haja a fase do alongamento celular e a protrusão da raiz primária, ou seja, sem danos às sementes que são causados por uma rápida embebição de água (ARAÚJO & ROSSETO, 2005). O nível de hidratação das sementes está relacionado à intensidade da ocorrência de injúrias durante a embebição para a

germinação, sementes muito secas (teor de água inferior a 11% b.u.), sofrem maior dano quando em contato com alta disponibilidade de água (BORDIGNON, 2009).

A primeira contagem da germinação é um importante indicativo de vigor de sementes, e é realizada através do teste padrão de germinação, pois a velocidade da germinação é um dos primeiros parâmetros afetados com a perda de qualidade das sementes (ABRATES, 1999). De acordo com Ávila et al. (2007), a primeira contagem da germinação, realizada com base no desempenho de plântulas é eficiente para avaliação do vigor de sementes.

O teste de tetrazólio fornece resultados com rapidez e precisão, equivalente a do teste de germinação, fornecendo adicionalmente, informações sobre as possíveis causas do mau desempenho de um determinado lote, com danos mecânicos, deterioração por umidade, injúrias por insetos, danos de secagem, de estresse hídrico e até mesmo de geadas (CARVALHO et al., 2009).

O teste de envelhecimento acelerado tem sido considerado eficiente para avaliar o vigor de lotes de sementes, pois ao mesmo tempo em que identifica pequenas diferenças de vigor, pode estimar o potencial de conservação das sementes. A condução do teste de envelhecimento acelerado ocorre sob condições de elevadas temperatura e umidade relativa do ar, ocasionando a deterioração das sementes e favorecendo o aparecimento, na germinação subsequente, de anormalidade ou morte. As condições impostas por esse teste não agem apenas no comportamento das sementes, mas também influenciam na ação de microrganismos participantes da deterioração, uma vez que a temperatura e umidade elevadas podem interferir na manifestação de alguns microrganismos associados às sementes (ROSSETO et al., 2003). A exposição das sementes à baixas temperaturas e a agentes patogênicos é o princípio básico do teste de frio modificado, pois nestas condições, apenas as sementes mais vigorosas sobrevivem (MENEZES et al., 2012).

O teste de condutividade elétrica baseia-se na medição da quantidade de eletrólitos liberados pela semente na água de embebição, essa quantidade é diretamente proporcional ao grau de desorganização da membrana plasmática e de sua permeabilidade (COSTA, 2005). Segundo Souza (2009) as sementes com qualidade inferior liberam maior quantidade de eletrólitos em consequência a uma menor permeabilidade seletiva da membrana evidenciando a perda do potencial fisiológico da semente. O teste de condutividade elétrica avalia indiretamente o grau de estruturação das membranas celulares, por meio da determinação da quantidade de íons lixiviados

em uma solução de embebição (VANZOLINI & NAKAGAWA, 2005). Essa quantidade é inversamente relacionada à integridade das membranas celulares e ao vigor de sementes, ou seja, sementes de menor potencial fisiológico liberam maior quantidade de lixiviados durante a embebição (OLIVA, 2010).

#### **2.4. Qualidade tecnológica**

O armazenamento de sementes é uma importante ferramenta para o produtor, pois possibilita a estocagem e venda dos produtos quando conveniente, com um melhor custo benefício dos produtos no mercado. Entretanto, o armazenamento deve ser realizado de maneira eficiente, para que não ocorram perdas de qualidade nas sementes durante o período de armazenamento. A qualidade das sementes é um importante parâmetro para a comercialização e processamento dos produtos e pode afetar significativamente o valor recebido pelos produtos (SILVA et al., 2011). Para apresentar boa qualidade fisiológica, o amendoim deve ser beneficiado após a colheita. Nesse processo, composto resumidamente pelas operações de secagem, beneficiamento, separação de vagem-grão, classificação, embalagem e expedição, a secagem e o armazenamento são considerados, segundo Figueiredo Neto et al. (2011), as etapas mais críticas na produção de sementes, pois a condução inadequada dessa fase acarreta graves danos ao produto.

De acordo com Goneli (2008), durante o armazenamento, a perda de qualidade dos grãos pode estar relacionada à perda de matéria seca associada a atividade respiratória do produto. Fatores como teor de água dos grãos, índice de danos mecânicos, temperatura dos grãos e do ambiente de armazenamento e a composição da atmosfera, sobretudo a disponibilidade de O<sub>2</sub>, influenciam a atividade respiratória dos grãos e conseqüentemente a perda de matéria seca (SANTOS et al., 2012). A massa de grãos é um sistema ecológico em que a deterioração é resultado da interação entre variáveis físicas, químicas e biológicas (externas e internas). O índice de deterioração depende da taxa de variação desses fatores, que são afetadas diretamente pela temperatura e teor de água, e ainda pela inter-relação delas com a semente e com a estrutura de armazenagem (ALENCAR et al., 2008).

Entretanto não foram encontrados na literatura, relatos quanto à perda de matéria seca de sementes de amendoim influenciada por diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento. A degradação durante o armazenamento pode ser

indicada por algumas mudanças nos parâmetros de qualidade, incluindo o aumento nos índices de acidez e peróxidos, no escurecimento da cor do grão (PHONDORF, 2012). Segundo Hou e Chang (2004), o armazenamento de soja em condições de resfriamento preserva a cor dos grãos, quando comparado com o armazenamento em condições adversas de temperatura e umidade. Segundo Nogueira et. al. (2011), durante o armazenamento de grãos de café, um importante fator relacionado à qualidade é a descoloração ou branqueamento dos grãos, que pode ser considerado um indicativo de que processos oxidativos ocorreram ou estão ocorrendo em altas taxas. A umidade, temperatura, luz e tempo de armazenagem são consideradas por Vasconcellos et al., (2011), como os principais responsáveis pela mudança de cor em grãos de café armazenados.

A cor das sementes de amendoim está relacionada tanto com a casca quanto com o óleo. Compostos polifenólicos e taninos são responsáveis pela cor da casca, enquanto os pigmentos  $\beta$ -caroteno e luteína dão cor às sementes e diminuem com o avanço da maturidade das sementes (NAKAGAWA et al., 2011). Não foram encontrados relatos na literatura quanto à variação da cor de sementes de amendoim submetidas a diferentes temperaturas do ar de secagem e ao longo do tempo de armazenamento.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Propriedades Físicas de Produtos Agrícolas e na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FAECA) da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada no município de Dourados. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é o Cwa, mesotérmico úmido, com verão chuvoso. A área de produção das sementes foi de 0,5 hectares, que recebeu duas arações e uma gradagem, além da correção do solo realizada com quatro toneladas de calcário incorporado ao solo, vinte e cinco dias antes da semeadura.

A cultivar utilizada foi a IAC 505, com hábito de crescimento rasteiro e indeterminado. A semeadura foi realizada manualmente com espaçamento entre linhas de 0,9 metros e 12 sementes por metro linear. A adubação foi realizada momentos antes da semeadura, com adubo de fórmula 8-20-20. As sementes base foram tratadas com inseticida Thiametoxan (350 g\L) e fungicida Thiram. Durante o desenvolvimento da

cultura foi realizado um rigoroso controle de pragas e doenças. Os tratamentos culturais realizados durante o desenvolvimento da cultura foram realizados manualmente, a fim de se evitar danos à qualidade fisiológica das sementes em formação.

### **3. 1. Colheita e secagem dos frutos**

A colheita dos frutos de amendoim foi realizada quando as plantas apresentaram os primeiros sinais de senescência, indicando o início da maturidade fisiológica (NAKAGAWA et al. 2011). As sementes foram mantidas nos frutos durante os processos de secagem e armazenamento, para que danos mecânicos às sementes fossem evitados. A colheita dos frutos de amendoim foi realizada manualmente, sendo colhidos cerca de 30 quilos de frutos de amendoim para cada tratamento.

O teor de água inicial dos frutos após a colheita foi de aproximadamente,  $36 \pm 2\%$ . A secagem dos frutos de amendoim foi realizada em estufa de circulação forçada, regulada a 40, 50, 60 e 70°C com duração de 11, 18, 36 e 42 horas, respectivamente, até atingir  $7 \pm 1\%$ .

A temperatura interna da estufa durante os processos de secagem foi controlada através de três termômetros colocados no interior do equipamento. Durante a secagem, os frutos foram revolvidas nas prateleiras da estufa a cada hora, para evitar um gradiente de umidade na camada inferior e superior dos frutos.

Após o processo de secagem, os frutos foram armazenados por tratamento de secagem, em embalagem permeável.

As embalagens foram armazenadas em ambiente não controlado, por um período de 150 dias. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada no início do armazenamento das sementes e a cada trinta dias em um período de 150 dias. Os frutos foram debulhados manualmente, momentos antes da montagem dos testes a fim de evitar danos mecânicos.

A umidade inicial e a umidade final dos frutos e das sementes foram determinadas de acordo com o método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , durante 24 horas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas duas subamostras para cada tratamento. A temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) e a umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento foram controladas diariamente com o auxílio de um termo-higrômetro.

### **3. 2. Qualidade fisiológica das sementes**

#### **3. 2. 1. Teste de germinação**

Foram utilizadas oito subamostras de 25 sementes em cada tratamento. As sementes foram pré-condicionadas sobre tela de alumínio, fixada no interior de caixas plásticas, contendo 40 mL de água destilada no fundo, mantidas à 25°C durante 24 horas, antes da avaliação da germinação. O substrato utilizado foi papel germitest, esterilizado a 105°C durante duas horas, umedecido com água destilada, utilizando-se o volume equivalente a três vezes o peso do papel. As sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito a 2%, durante cinco minutos e foram lavadas três vezes em água destilada.

Após a desinfestação as sementes foram imersas em solução aquosa com 60 mL<sup>-1</sup> do produto comercial Etrell® durante dois minutos, para superação da dormência das sementes, (FERNANDES, 2007). Os rolos foram colocados em germinador com temperatura regulada a 25°C. As avaliações foram realizadas no 5° e no 10° dia, após a montagem do teste, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas.

#### **3. 2. 2. Primeira contagem do teste de germinação**

Consistiu da porcentagem de plântulas normais, registradas por ocasião da primeira contagem do teste de germinação, realizada no 5° dia após o início do teste (BRASIL, 2009).

#### **3. 2. 3. Teste de frio modificado com solo**

O teste de frio modificado foi realizado segundo metodologia descrita por Barros et al. (1999). Foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes em cada repetição. As sementes foram pré-condicionadas sobre tela de alumínio, fixada em caixas plásticas, contendo 40 mL de água destilada no fundo, mantidas a 25°C durante 24 horas. Antes da instalação do teste as sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito a 2%, durante cinco minutos e foram lavadas três vezes em água destilada.

Após a desinfestação as sementes foram submetidas à solução aquosa com  $60 \text{ mL}^{-1}$  do produto comercial EtreL®, para superação da dormência, durante dois minutos.

O substrato foi uma mistura do solo da área onde as sementes foram produzidas e areia, na proporção 1:1. Foram utilizados quatro quilos, aproximadamente, da mistura de solo e areia, para cada caixa plástica utilizada no teste. Para cada tratamento foram utilizadas quatro caixas plásticas. Três quilos da mistura de solo e areia foram adicionados no fundo das caixas plásticas, nivelados com auxílio de uma régua. Posteriormente 50 sementes foram adicionadas em cada caixa e cobertas com o restante da mistura de solo e areia, que foi levemente pressionada. O solo foi umedecido, de maneira mais homogênea possível, até 60% da sua capacidade de retenção de água, de acordo com a metodologia descrita pelas Regras Para Análise de Sementes. As caixas foram vedadas com filme plástico e mantidas em B.O.D. durante 5 dias à temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ , após este período o filme plástico foi removido e as caixas mantidas em germinador a  $25^{\circ}\text{C}$  durante 10 dias. As avaliações foram realizadas aos cinco e dez dias subsequentes à retirada das caixas da temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$  e na avaliação final, aos 10 dias, a mistura de solo e areia foi desintegrada com a finalidade de avaliar a qualidade das raízes das plântulas de amendoim.

### **3. 2. 4. Teste de envelhecimento acelerado**

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado segundo o método do gerbox descrito por Marcos Filho (1999a). Foram colocadas cerca de 300 sementes sobre telas de alumínio, fixadas em caixas plásticas do tipo “gerbox”, com 40 mL de água destilada no fundo, para cada tratamento de sementes.

As caixas foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. durante 48 e 72 horas, com temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$ , aproximadamente. As sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito a 2%, durante cinco minutos e foram lavadas três vezes em água destilada. Após a desinfestação as sementes foram imersas em solução aquosa com  $60 \text{ mL}^{-1}$  do produto comercial EtreL®, para superação da dormência, durante dois minutos. Após este período foi realizado o teste de germinação, segundo as Regras para Análise de Sementes, com oito repetições de 25 sementes, totalizando 200 sementes, semeadas em papel umedecido com três vezes o seu peso de água destilada. Os rolos foram colocados no germinador a  $25^{\circ}\text{C}$  durante dez dias. O número de plântulas normais foi avaliado no 5° e 10° dias após a semeadura.

O teor de água das sementes após o período de 48 e 72 horas em câmara do tipo B.O.D. foi determinada de acordo as Regras Brasileiras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

### **3. 2. 5. Teste de tetrazólio**

O teste de tetrazólio foi realizado de acordo com as especificações das Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, para cada tratamento. As sementes foram pré-umedecidas entre papel com água em volume equivalente a 3 vezes o peso do papel em água durante 18 horas. Após o período de umedecimento as sementes foram mantidas em solução de tetrazólio com concentração 1,0% durante 24 horas, sendo posteriormente lavadas em água corrente e colocadas em copos descartáveis com água até o momento da realização da análise. As sementes foram classificadas em sementes vigorosas e não vigorosas a partir da coloração obtida nos tecidos que foram cortados transversalmente ao eixo embrionário. As sementes que apresentaram falta de coloração em seus tecidos, assim como a presença de tecidos flácidos e com coloração vermelho intensa, foram classificadas como sementes não vigorosas. Entretanto as sementes com coloração uniforme e vermelha clara, tecidos firmes e sem danos no eixo embrionário foram consideradas como vigorosas.

### **3. 2. 6. Teste de condutividade elétrica**

A qualidade fisiológica e tecnológica das sementes de amendoim foram avaliadas pelo teste de condutividade elétrica, de acordo com a metodologia descrita por Vieira & Krzyzanowski (1999). Foram pesadas quatro subamostras de 50 sementes de cada tratamento. As sementes foram colocadas em copos de plástico com 75 mL de água deionizada e mantidas em uma câmara do tipo BOD com temperatura constante de 25 °C, durante 24 h. Após este período, as amostras foram levemente agitadas (10 a 15 segundos) e a leitura foi realizada em seguida, com auxílio de um condutivímetro portátil. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de sementes. O resultado obtido no condutivímetro foi dividido pelo peso da respectiva subamostra, a fim de se obter o valor da condutividade elétrica, expresso em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ .

### 3. 3. Qualidade tecnológica das sementes de amendoim

#### 3. 3. 1. Perda de matéria seca do fruto e da semente

Na avaliação da perda de matéria seca dos frutos e sementes de amendoim durante o armazenamento, foram utilizadas três repetições de sementes e três repetições de frutos, com aproximadamente 100 g de sementes e frutos, para cada tratamento. As sementes e os frutos foram colocados no interior de embalagens confeccionadas com material perfurado (tule). As três embalagens com sementes e as três embalagens com frutos, devidamente lacradas, foram distribuídas aleatoriamente no interior da massa de frutos nos sacos de polietileno, sendo suas massas determinadas no início do armazenamento e a cada 30 dias, durante as avaliações qualitativas das sementes. O teor de água das sementes e dos frutos foi determinado no início do armazenamento e a cada 30 dias de acordo com Brasil (2009). De posse do teor de água das sementes e da massa do produto durante o armazenamento, a porcentagem de perda de matéria seca pôde ser calculada de acordo com a seguinte equação:

$$PMS = \frac{\frac{m_{(i)}}{(1 + U^*_i)} - \frac{m_{(\theta)}}{(1 + U^*_\theta)}}{\frac{m_{(i)}}{(1 + U^*_i)}} 100 \quad (1)$$

em que:

PMS: Perda de matéria seca, %;

$m_{(i)}$ : massa da amostra inicial, em g;

$m_{(\theta)}$ : massa da amostra no tempo  $\theta$ , em g.

$U^*_i$ : teor de água inicial dos grãos, decimal b.s.; e

$U^*_\theta$ : teor de água dos grãos no tempo  $\theta$ , decimal b.s.

### 3.3.2. Cor das sementes

O acompanhamento da cor das sementes de amendoim foi realizado pela leitura direta de refletância das coordenadas do sistema “L” (luminosidade), “a” (tonalidades verde - vermelha) e “b” (tonalidades azul - amarela), em colorímetro tristímulo (iluminante 10°/D65), empregando-se o sistema Hunter de cor (Figura 1). Foram realizadas, para cada tratamento, a média de quatro determinações para avaliação da cor das sementes. Utilizando-se os valores das coordenadas “L”, “a” e “b”, foram calculadas a diferença total de cor (Equação 2) e o croma que define a intensidade e pureza de uma cor (Equação 3).

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (2)$$

$$C_r = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3)$$

Sendo,

$$\Delta L = L(t) - L(t_0) \quad (4)$$

$$\Delta a = a(t) - a(t_0) \quad (5)$$

$$\Delta b = b(t) - b(t_0) \quad (6)$$

em que:

$\Delta E$ : diferença de cor;

$C_r$ : croma;

t: período de armazenamento, dia; e

$t_0$ : período inicial.

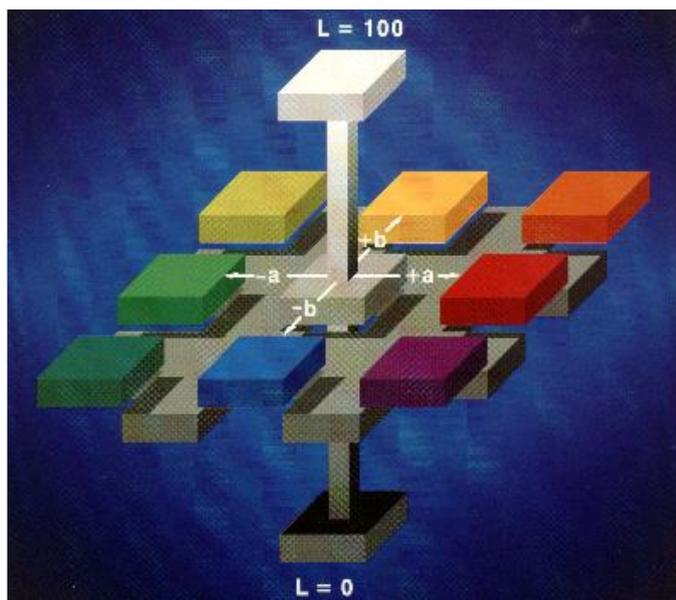


FIGURA 1. Representação do sólido de Hunter.

#### 4. Análise estatística

O experimento foi montado em um esquema de parcelas subdivididas 4 x 5, com quatro temperaturas do ar de secagem nas parcelas e cinco épocas distintas de armazenamento nas subparcelas, em um delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de regressão, a fim de se estabelecerem equações que possam representar as interações entre as variáveis analisadas. Os modelos foram selecionados considerando-se a magnitude do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), significância da regressão, pelo teste F e o fenômeno em estudo.

#### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 são apresentados os valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenagem das sementes de amendoim. De acordo com a figura 2, pode-se observar que a temperatura máxima foi de 35°C e a mínima de 22°C, sendo a temperatura média de 25,76 °C. A umidade relativa máxima do ar no ambiente durante o período de armazenagem foi de 65% e mínima foi de 21%, apresentando a média de 41% de umidade relativa do ar no ambiente de armazenagem.

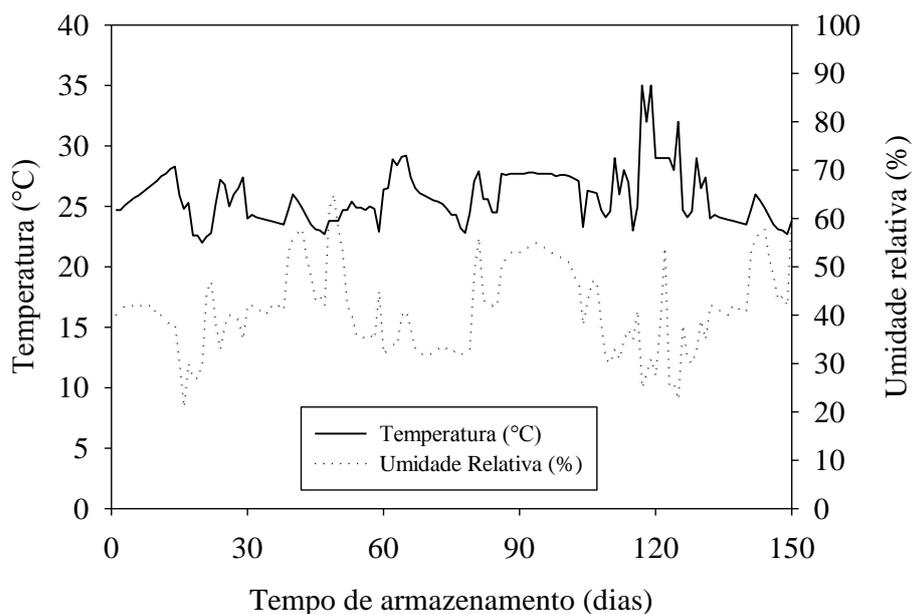


FIGURA 2. Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar, durante o armazenamento das sementes de amendoim em ambiente não controlado.

No Quadro 1 são apresentados os valores do teor de água (% b. u.) das sementes e dos frutos de amendoim submetidas a diferentes temperaturas do ar de secagem e armazenadas durante 150 dias.

QUADRO 1. Resultados médios do teor de água (% b. u.) de sementes (S) e frutos (F) de amendoim, em função da temperatura de secagem ( $^{\circ}\text{C}$ ) e do tempo de armazenamento (dias).

Tempo de Armazenamento (dias)	Temperatura de Secagem ( $^{\circ}\text{C}$ )							
	40		50		60		70	
	S	F	S	F	S	F	S	F
0	5,8	7,1	4,9	5,7	5,4	6,6	4,7	5,6
30	4,9	5,8	4,7	5,3	4,8	5,5	4,6	5,3
60	6,3	6,5	5,9	6,4	6,1	6,5	5,6	6,3
90	4,9	5,9	4,8	6,0	4,9	5,7	4,6	5,4
120	4,8	5,6	4,8	5,5	4,9	5,7	4,7	5,5
150	4,7	5,6	4,7	5,3	4,8	5,6	4,5	5,3

A análise do Quadro 1 permite observar que as sementes e os frutos apresentaram teores de água reduzidos, que de acordo com Nakagawa et al. (2011), são ideais para boa conservação de sementes, não permitindo a ocorrência de fungos na massa armazenada durante o período de armazenamento. O baixo teor de água das sementes e dos frutos durante o armazenamento ocorreu provavelmente, devido ao elevado teor de óleo dos grãos, que conferiu a este produto menores teores de água de equilíbrio.

## **5. 1. Qualidade fisiológica das sementes**

Todas as características avaliadas foram influenciadas pelas temperaturas de secagem e pelo tempo de armazenamento, havendo interação entre os fatores.

### **5. 1. 1. Teste de germinação**

A análise da Figura 3 permite observar que a porcentagem de plântulas normais, da contagem final do teste de germinação, reduziu com a elevação da temperatura de secagem. É possível observar também, que com o tempo de armazenamento houve redução da porcentagem de plântulas normais em todas as temperaturas. Isto ocorre, possivelmente, devido ao fato de que em temperaturas mais elevadas de secagem, a remoção de água das sementes ocorre de forma rápida, danificando as estruturas responsáveis pela geração de uma nova planta.

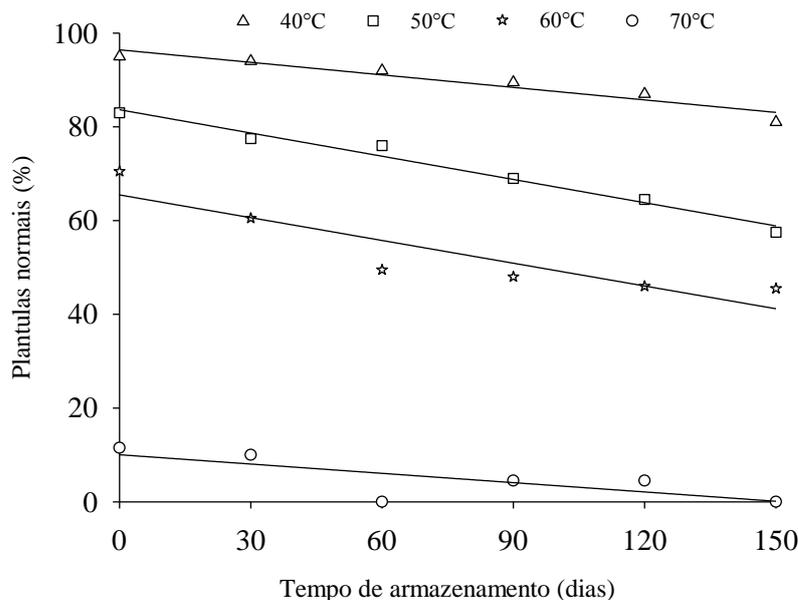


FIGURA 3. Porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de germinação das sementes de amendoim em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento

De acordo com Schuh (2010), sementes ortodoxas, como a semente de amendoim, possuem habilidade de tolerar a dessecação, sendo a sua maior tolerância à dessecação observada na secagem lenta, sem que ocorram danos fisiológicos às sementes. Portanto, a elevada porcentagem de plântulas normais na temperatura de 40°C em comparação às outras temperaturas de secagem ocorreu, possivelmente, devido ao maior tempo de secagem dos frutos, permitindo que a água fosse removida das sementes lentamente, o oposto da secagem a 70°C que apresentou o menor tempo de secagem e conseqüentemente o efeito mais drástico na qualidade fisiológica das sementes.

Nascimento (2009), trabalhando com sementes de amendoim submetidas a diferentes formas e temperaturas de secagem, observou que sementes submetidas à secagem com temperaturas acima de 50°C apresentam uma redução no vigor das mesmas, causando uma menor porcentagem de plântulas normais no teste de germinação.

Sementes de pinhão manso submetidas a diferentes temperaturas de secagem apresentaram uma menor porcentagem de plântulas normais para a temperatura de secagem de 70°C (ULLMANN et al., 2010), em função da intensificação do fenômeno da deterioração (MARCOS FILHO, 2005) causando, possivelmente, a redução do vigor das sementes. O tempo de armazenamento influenciou na qualidade

fisiológica de sementes de sorgo em sementes, que apresentaram redução da qualidade fisiológica durante o armazenamento, principalmente para as maiores temperaturas de secagem (SILVA et al., 2011).

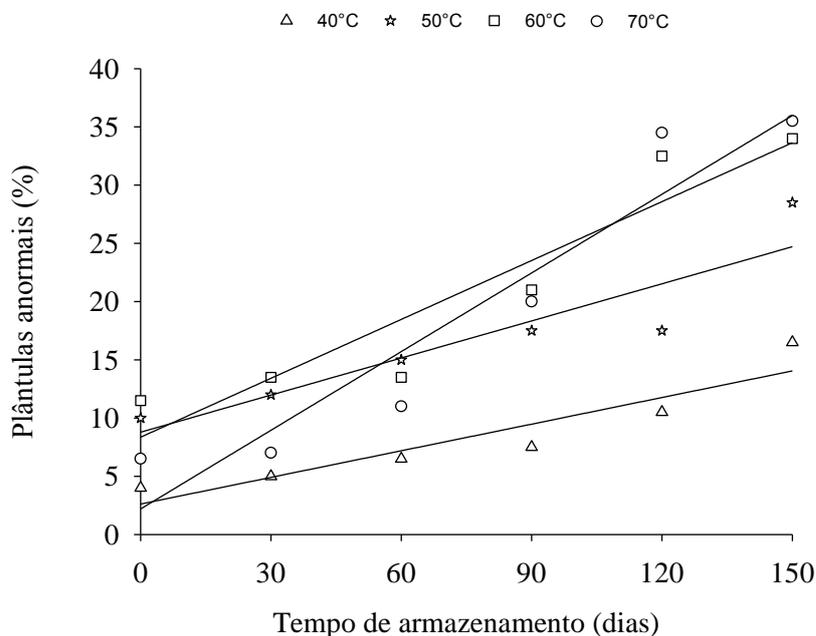


FIGURA 4. Porcentagem de plântulas anormais da contagem final do teste de germinação das sementes de amendoim em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento

Maiores porcentagens de plântulas anormais e sementes mortas foram encontradas nas sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem (Figura 4 e 5). Todas as temperaturas de secagem avaliadas no trabalho apresentaram elevação na porcentagem de plântulas anormais durante o armazenamento, sendo mais pronunciada na temperatura de 70°C. O tempo de armazenamento intensificou os danos resultantes da secagem realizada com a temperatura elevada, que possivelmente, causou a rápida remoção de água das sementes, promovendo fissuras e desorganização celular além de favorecer danos por embebição no início do teste.

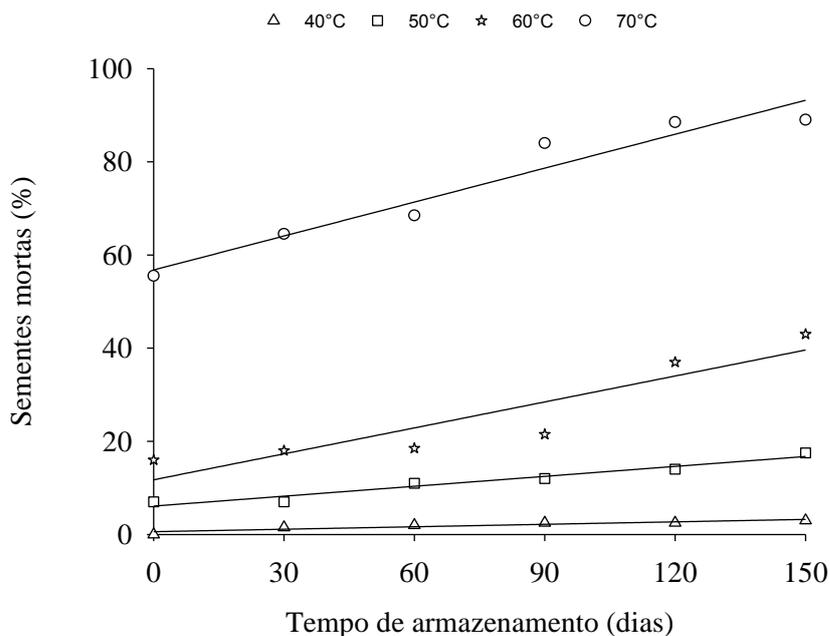


FIGURA 5. Porcentagem de sementes mortas na contagem final do teste de germinação das sementes de amendoim em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento

A temperatura de 40°C apresentou menores porcentagens de sementes mortas, mesmo com o maior tempo de armazenamento, evidenciando que o lote de sementes submetidas à secagem com a temperatura de 40°C apresenta maior qualidade fisiológica.

De acordo com Sarmiento et al. (2012), a secagem de sementes com altos teores de água a altas temperaturas, pode causar danos aos sistemas de membranas, prejudicando o desempenho fisiológico das sementes, levando-as ao desenvolvimento de plântulas anormais. Oliva et al. (2012) trabalhando com diferentes temperaturas de secagem em crambe, observou que as temperaturas mais elevadas de secagem originam maiores porcentagens de plântulas anormais.

Segundo Camacho et al. (2004), as sementes sofrem danos térmicos, quando secas a elevadas temperaturas, causando a produção de plântulas anormais no teste de germinação e conseqüentemente levando reduções consideráveis ao vigor das sementes durante o armazenamento. A elevação da temperatura de secagem e as condições inadequadas de ambiente causam a deterioração das sementes, e este processo exerce influência sobre o desempenho das sementes. Assim, o aumento da deterioração proporciona menor crescimento de plântulas, acarretado pela perda de vigor, culminando na perda do poder germinativo.

No Quadro 2 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados de plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento, no teste de germinação, assim como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As equações de regressão mostraram-se adequadas para estimar as variáveis da primeira contagem da germinação, apresentando significância satisfatória das regressões e elevados valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

QUADRO 2. Equações de regressão ajustadas aos valores de plântulas normais (G), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) do teste de germinação em função do tempo de armazenamento para diferentes temperaturas de secagem

Temperatura °C	Equação	R <sup>2</sup>	F	Probabilidade de erro
<i>Plântulas Normais</i>				
40	G = 96,4286 - 0,0890TA	0,9075	50,0272	0,0021
50	G = 83,6429 - 0,1652TA	0,9734	184,1116	0,0002
60	G = 65,4762 - 0,1619TA	0,7733	18,0531	0,0132
70	G = 10,0476 - 0,0662 TA	0,4828	5,6671	0,0759
<i>Plântulas Anormais</i>				
40	PA = 2,6190 + 0,0762TA	0,8350	26,3014	0,0068
50	PA = 8,7857 + 0,1062 TA	0,8053	21,6779	0,0002
60	PA = 8,3571 + 0,1686 TA	0,8600	31,7175	0,0049
70	PA = 2,1905 + 0,2252 TA	0,8880	40,6238	0,0031
<i>Sementes Mortas</i>				
40	SM = 0,5952 + 0,0176TA	0,8206	23,8779	0,0081
50	SM = 6,0952 + 0,0710TA	0,9411	80,9271	0,0008
60	SM = 11,7381 + 0,1857TA	0,7949	20,3796	0,0107
70	SM = 56,7857 + 0,2429TA	0,9205	58,9128	0,0015

## 5. 1. 2. Vigor

### 5. 1. 2. 1. Primeira contagem da germinação

A análise da Figura 6 permite observar que a elevação da temperatura de secagem causa redução na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação e que o tempo de armazenamento também influenciou a produção de plântulas normais em todas as temperaturas analisadas, assim como no teste de germinação.

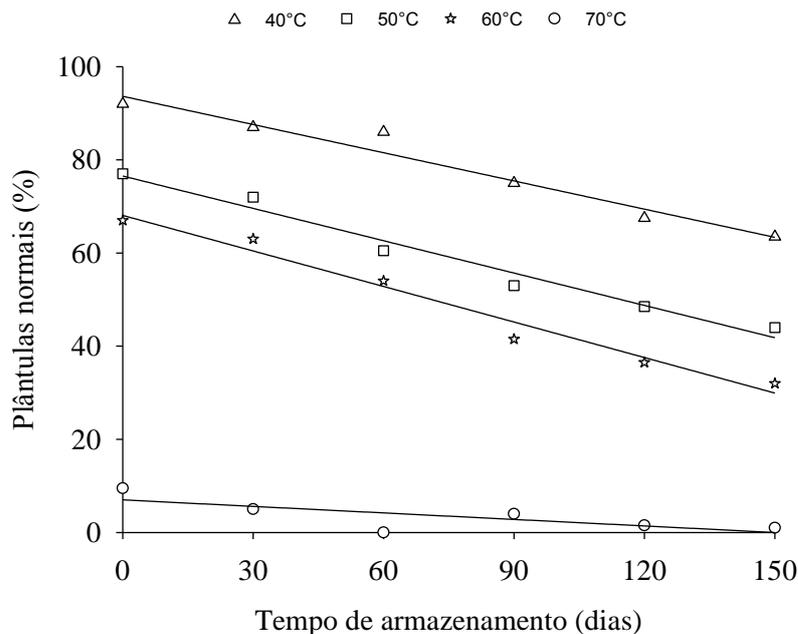


FIGURA 6. Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de germinação das sementes de amendoim em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento

A temperatura de 70°C apresentou, de acordo com a Figura 6, a menor porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, pois com o aumento nas temperaturas de secagem resulta em aumento na porcentagem de sementes com fissuras, que, associado a outros efeitos de secagem, afetam, negativamente, a germinação e conseqüentemente o desenvolvimento de plântulas normais.

Menezes et al. (2012) trabalharam com sementes de arroz, submetidas a diferentes temperaturas de secagem, também encontraram que a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação reduziu com a elevação das temperaturas de secagem. De maneira semelhante Nakada et al. (2010) ao submeter sementes de pepino a diferentes temperaturas de secagem, puderam concluir que temperaturas elevadas de secagem causam a redução de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação.

No Quadro 3 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados da primeira contagem do teste de germinação, assim como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As equações de regressão mostraram-se adequados para estimar as variáveis da primeira contagem da germinação, apresentando significância satisfatória das regressões e elevados valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

QUADRO 3. Equações de regressão ajustadas aos valores da primeira contagem do teste de germinação (PC) em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem

Temperatura °C	Equação	R <sup>2</sup>	F	Probabilidade de erro
40	PC = 93,6429 - 0,2019TA	0,9497	95,3213	0,0006
50	PC = 76,5238 - 0,2314TA	0,9671	148,1472	0,0003
60	PC = 68,0714 - 0,2543TA	0,9665	145,0437	0,0003
70	PC = 7,0000 - 0,0467 TA	0,4529	5,1386	0,0860

### 5. 1. 2. 2. Teste de envelhecimento acelerado

As sementes de amendoim apresentaram uma elevação do teor de água após os períodos de envelhecimento acelerado (Quadro 4), quando comparados aos teores de água iniciais das sementes (Quadro 1), entretanto houve pouca variação dos teores de água entre os lotes. A uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a avaliação das avaliações e consequentemente de resultados consistentes (CABRAL et al., 2012). A análise do Quadro 4, permite observar que as sementes submetidas à secagem com a temperatura de 40°C apresentaram menor absorção de água durante a exposição à elevadas umidade relativa e temperatura no teste de envelhecimento acelerado. A menor absorção de água, provavelmente está relacionada com a menor danificação deste lote de sementes ocorrida durante o processo de secagem.

QUADRO 4. Resultados médios do teor de água (% b. u.) de sementes de amendoim, submetidas a 48 e 72 horas de envelhecimento acelerado, em função da temperatura de secagem (°C) e do tempo de armazenamento (dias).

Tempo de Armazenamento (dias)	Temperatura de Secagem (°C)							
	40		50		60		70	
	48h	72h	48h	72h	48h	72h	48h	72h
0	9,7	9,8	11,3	13,7	12,7	13,2	12,2	12,8
30	13,9	15,2	10,9	15,7	13,9	15,4	12,1	13,3
60	10,5	14,4	12,1	13,7	13,8	14,6	12,3	13,8
90	10,5	11,5	13,7	14,6	12,7	16,1	15,5	16,2
120	14,9	14,6	14,2	14,4	14,4	15,3	12,8	13,2
150	14,7	15,2	14,9	15,8	14,2	15,2	14,4	16,3

A análise das Figuras 7 e 8 permite observar que a com a elevação da temperatura de secagem houve redução na porcentagem de plântulas na primeira contagem do envelhecimento acelerado a 48 e 72 horas, sendo mais drástica na temperatura de 70°C, que em ambos os testes aos 130 dias, aproximadamente, não foi observada a presença de nenhuma plântula normal para esta temperatura. Isto ocorreu, possivelmente, pois este lote de sementes foi submetido a uma elevada temperatura de secagem, o que ocasionou uma rápida remoção de água, causando danos à qualidade das sementes, como observado na primeira contagem da germinação.

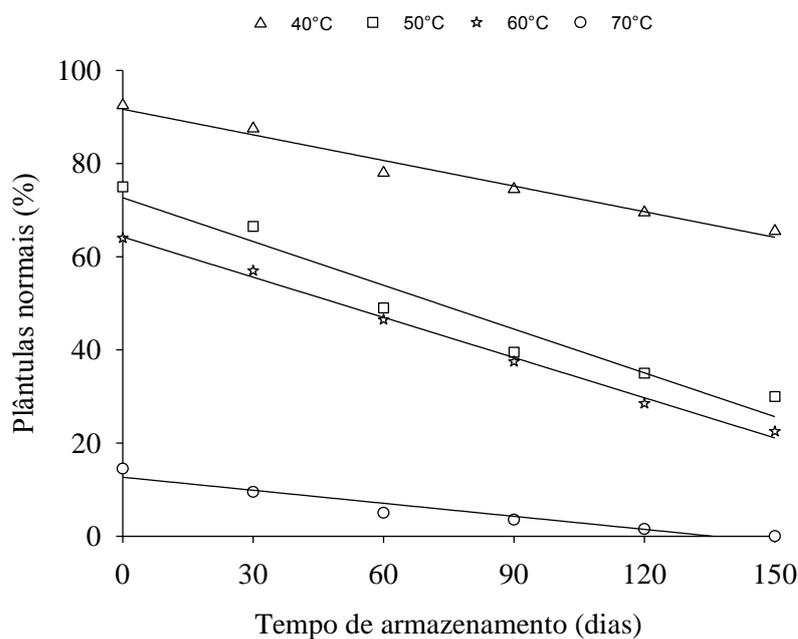


FIGURA 7. Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado com 48 horas de exposição das sementes de amendoim a alta temperatura a umidade, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

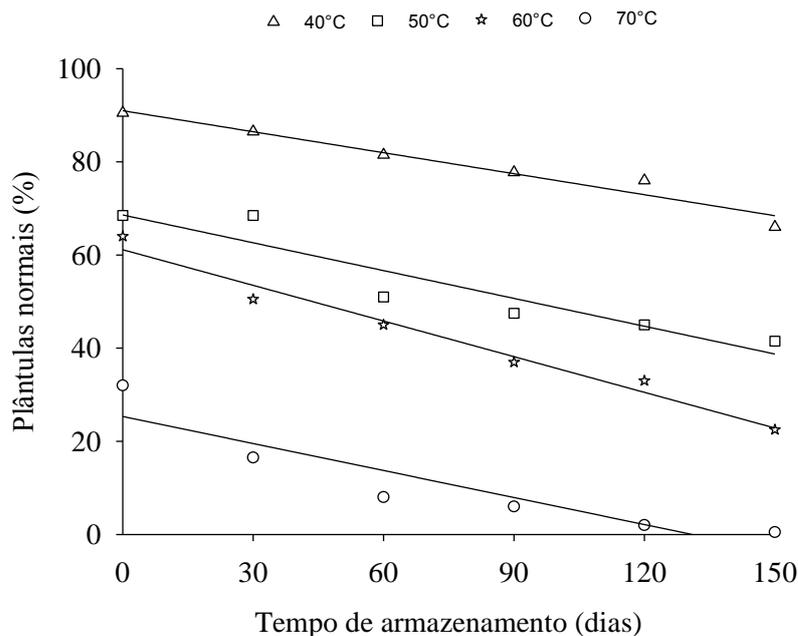


FIGURA 8. Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado com 72 horas de exposição das sementes de amendoim a alta temperatura a umidade, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

Entretanto, quando comparado a este outro teste as sementes apresentaram plântulas normais em menor quantidade tanto na temperatura de 70° como nas temperaturas de 60 e 50°C, o que demonstra que embora as temperaturas de 50 e 60°C não causem redução drástica inicialmente na porcentagem de plântulas normais, o tempo de armazenamento influenciou a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação do envelhecimento acelerado de 48 e 72 horas. A evidente redução na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado, possivelmente foi influenciada pela combinação da elevada temperatura e umidade a que as sementes foram submetidas durante o teste, que possibilitou através da primeira contagem da germinação do envelhecimento acelerado a separação de lotes com baixo vigor, sendo apenas as sementes da temperatura de 40°C a apresentarem maior vigor durante o tempo de armazenamento.

De acordo com Oliva et al. (2012) a maioria das sementes ortodoxas não toleram secagem rápida, comprometendo a viabilidade e longevidade durante o armazenamento. As maiores temperaturas de secagem podem provocar uma diferença de teor de água muito grande entre a periferia e o centro das sementes, gerando gradiente de pressão elevado, que pode provocar desestruturação nas membranas celulares das sementes, resultando na redução do vigor, ou até mesmo na perda total da viabilidade das sementes (PEREIRA et al., 2011).

A porcentagem de plântulas normais encontradas na contagem final do teste de envelhecimento acelerado com 48 e 72 horas de exposição das sementes a elevadas temperatura e umidade (Figuras 9 e 10), assim como nos outros testes de vigor realizados é menor nas temperaturas mais elevadas de secagem, sendo a temperatura de 70°C a mais drástica, causando maior redução de plântulas normais. Para todas as temperaturas de secagem houve redução na porcentagem de plântulas normais na contagem final do envelhecimento acelerado a 72 e 48 horas.

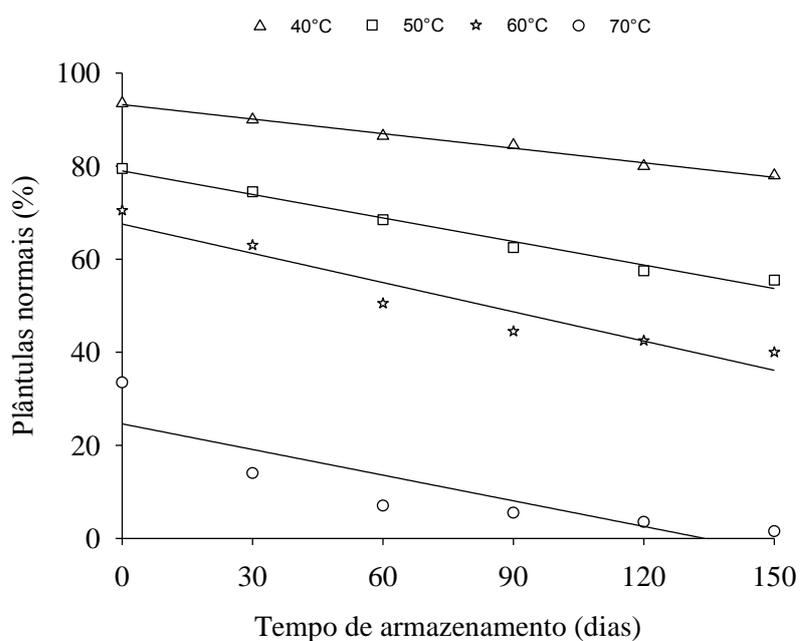


FIGURA 9. Porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de envelhecimento acelerado com 48 horas de exposição das sementes de amendoim a alta temperatura a umidade, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

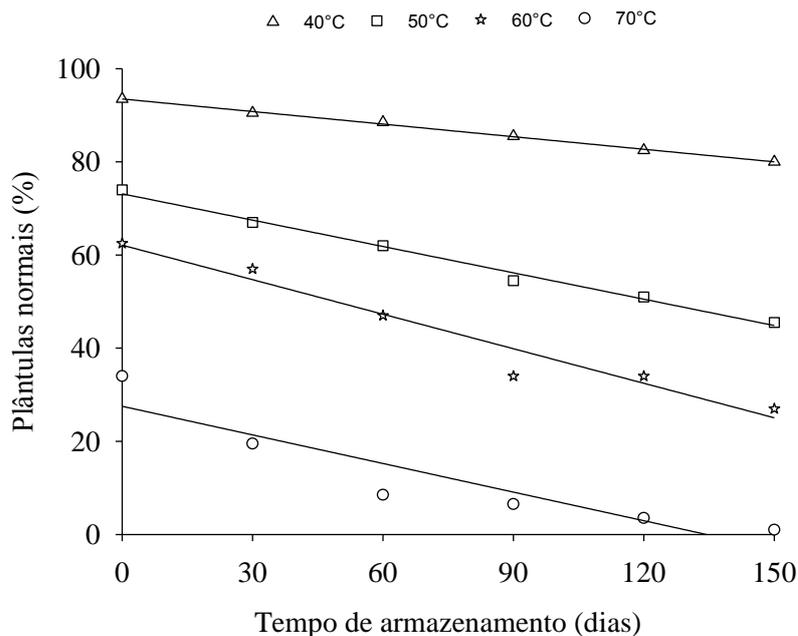


FIGURA 10. Porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de envelhecimento acelerado com 72 horas de exposição das sementes de amendoim a alta temperatura a umidade, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

É possível observar também que as sementes submetidas a 72 horas de exposição à elevada umidade e alta temperatura apresentaram menor porcentagem de germinação em comparação às sementes submetidas a 48 horas de exposição. Esta diferença pôde ser observada pois, o envelhecimento acelerado de sementes a 72 e 48 horas permite a separação de lotes de sementes com porcentagem de germinação (KRZYZANOWSKI et al., 1999). O envelhecimento acelerado causa o declínio da germinação de sementes que é atribuída à perda da compartimentalização celular e à desintegração do sistema de membranas, promovendo descontrole do metabolismo das trocas de água e solutos entre as células e o meio exterior (ATAÍDE et al., 2012), sendo mais agravado em sementes com menor qualidade fisiológica. Portanto as sementes que foram submetidas às mais elevadas temperaturas de secagem, provavelmente, apresentam maiores danos devido à rápida remoção de água, logo quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado a 72 horas, apresentaram menores porcentagens e germinação evidenciando que estas sofreram desintegração das membranas e portanto houve redução na produção de plântulas normais.

Rosseto et al. (2004), ao submeterem diferentes lotes de sementes de amendoim com germinação semelhante a diferentes tempos de envelhecimento

acelerado, observou maiores diferenças entre lotes quando as sementes foram submetidas a 72 horas de envelhecimento acelerado.

Estes resultados possibilitam inferir a qualidade das sementes expostas a diferentes temperaturas de secagem e ao tempo de armazenamento quando em condições de estresse, como as encontradas no teste de envelhecimento acelerado, apresentam redução linear de seu vigor à medida que ocorreu elevação da temperatura de secagem (MENEZES et al., 2012).

No Quadro 5 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados da primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado com 48 e 72 horas e da contagem final do teste de envelhecimento acelerado com 48 e 72 horas de exposição das sementes à eleva temperatura e umidade, assim como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As equações de regressão mostraram-se adequados para estimar as variáveis da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado a 48 e 72 horas, assim como para a contagem final do envelhecimento acelerado a 48 e 72 horas, apresentando significância satisfatória das regressões e elevados valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

QUADRO 5. Equações de regressão ajustadas aos valores da primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado 48 horas (PCEA48) e a 72 horas (PCEA72), e a contagem final do teste de envelhecimento acelerado 48 horas (EA48) e a 72 horas (EA72) em função do tempo de armazenamento para diferentes temperaturas de secagem

Temperatura °C	Equação	R <sup>2</sup>	F	Probabilidade de erro
<i>Primeira Contagem Envelhecimento Acelerado 48 horas</i>				
40	PCEA48 = 91,6667 - 0,1833TA	0,9727	178,9437	0,0002
50	PCEA48 = 72,6667 - 0,3133TA	0,9363	74,4906	0,0010
60	PCEA48 = 64,2381 - 0,2876TA	0,9939	811,905	<0,0001
70	PCEA48 = 12,6667 - 0,0933TA	0,9140	54,1579	0,0018
<i>Primeira Contagem Envelhecimento Acelerado 72 horas</i>				
40	PCEA72 = 90,9762 - 0,1502TA	0,9468	89,9934	0,0007
50	PCEA72 = 68,5952 - 0,1990TA	0,8512	29,6025	0,0055
60	PCEA72 = 61,1429 - 0,2552TA	0,9698	161,3116	0,0002
70	PCEA72 = 25,3333 - 0,1933TA	0,8068	21,8780	0,0095
<i>Contagem final Envelhecimento Acelerado 48 horas</i>				
40	EA48 = 93,2381 - 0,1043TA	0,9897	482,8289	<0,0001
50	EA48 = 78,9762 - 0,1686TA	0,9800	246,0393	<0,0001
60	EA48 = 67,5476 - 0,2095TA	0,8935	42,9427	0,0028
70	EA48 = 24,6190 - 0,1838TA	0,6897	12,1142	0,0253
<i>Contagem Final Envelhecimento Acelerado 72 horas</i>				
40	EA72 = 93,5000 - 0,0900TA	0,9971	1.701,0000	<0,0001
50	EA72 = 73,1429 - 0,1886TA	0,9902	504,231	<0,0001
60	EA72 = 62,1190 - 0,2471TA	0,9427	83,2818	0,0008
70	EA72 = 27,5238 - 0,2048TA	0,8139	22,8742	0,0088

### 5. 1. 2. 3. Teste de frio modificado

A análise da Figura 11 permite observar que a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de frio modificado reduz com a elevação da temperatura de secagem e com o tempo de armazenamento. Estes resultados corroboram com os encontrados na primeira contagem da germinação, assim como os de envelhecimento acelerado. Entretanto, na primeira contagem do teste de frio modificado, todas as temperaturas de secagem apresentaram redução na porcentagem de plântulas normais quando comparado aos outros testes.

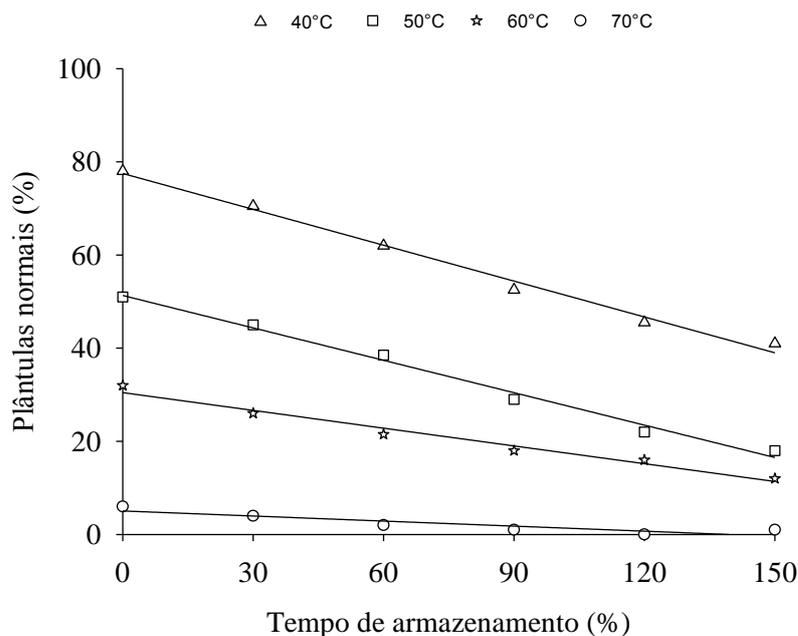


FIGURA 11. Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de frio modificado (PCFM), em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

Danos causados por elevadas temperaturas de secagem causam a desestruturação dos sistemas de membranas celulares, que podem aumentar a susceptibilidade à injúria ao frio, sendo possivelmente responsável pela redução da porcentagem de emergência e do comprimento de plântulas (JOSÉ et al., 2004).

De acordo com a análise da Figura 12 é possível observar resultados semelhantes aos encontrados na contagem final do teste de envelhecimento acelerado com 48 e 72 horas, ou seja, a porcentagem de plântulas normais é maior na temperatura de 40°C, evidenciando que as sementes secas a 40°C apresentam maior vigor durante o período de armazenamento, e que as reduções mais drásticas na porcentagem de plântulas normais ocorreram nas mais elevadas temperaturas de secagem, sendo influenciadas também pelo tempo de armazenamento.

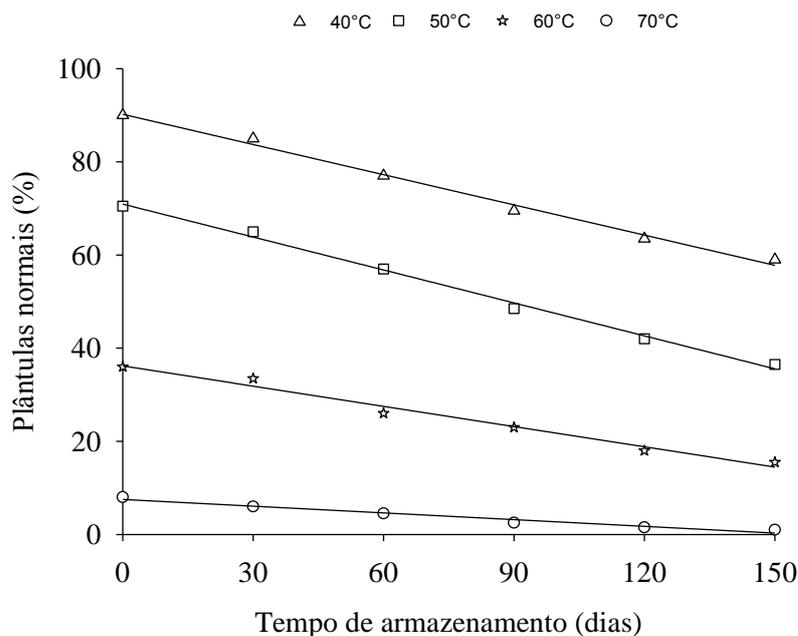


FIGURA 12. Porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de frio modificado (FM), em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

Silva et al. (2011) ao submeterem sementes de sorgo a diferentes temperaturas de secagem, observaram que as sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem apresentaram redução na porcentagem de plântulas normais nos testes de frio modificado e envelhecimento acelerado.

Os danos causados pelas diferentes temperaturas de secagem nas sementes de amendoim possivelmente foram intensificados com o tempo de armazenamento, visto que as sementes foram armazenadas em ambiente sem controle de temperatura e umidade, que pode ter influenciado a menor porcentagem de plântulas normais, para as diferentes temperaturas, durante o armazenamento em todos os testes de vigor realizados. O tempo de armazenamento, em sementes de milho, causou redução na porcentagem de plântulas normais no teste de frio modificado (ARAÚJO et al., 2006).

No Quadro 6 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados da contagem final do teste de frio modificado com solo, assim como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As equações de regressão mostraram-se adequados para estimar as variáveis da porcentagem de plântulas normais na contagem final do teste de frio modificado, apresentando significância satisfatória das regressões e elevados valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

QUADRO 6. Equações de regressão ajustadas aos valores da primeira contagem do teste de frio modificado (PCFM) e da contagem final do teste de frio modificado (FM), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem.

Temperatura °C	Equação	R <sup>2</sup>	F	Probabilidade de erro
<i>Primeira Contagem Frio Modificado</i>				
40	PCFM = 77,5000 - 0,2567TA	0,9883	423,5000	<0,0001
50	PCFM = 51,3095 - 0,2319TA	0,9880	414,3896	<0,0001
60	PCFM = 30,4524 - 0,1271TA	0,9684	154,1939	0,0002
70	PCFM = 5,0476 - 0,0362TA	0,7679	17,5385	0,0138
<i>Contagem Final Frio Modificado</i>				
40	FM = 90,2143 - 0,2162TA	0,9909	548,1809	<0,0001
50	FM = 70,9286 - 0,2357TA	0,9939	816,7500	<0,0001
60	FM = 36,1905 - 0,1448TA	0,9749	194,8335	0,0002
70	FM = 7,5238 - 0,0481TA	0,9577	114,1903	0,0004

#### 5. 1. 2. 4. Teste de tetrazólio

Pelo teste de tetrazólio as maiores temperaturas de secagem causaram redução na porcentagem de sementes vigorosas durante o tempo de armazenamento (Figura 13), assim como observado nos testes de vigor realizados no trabalho.

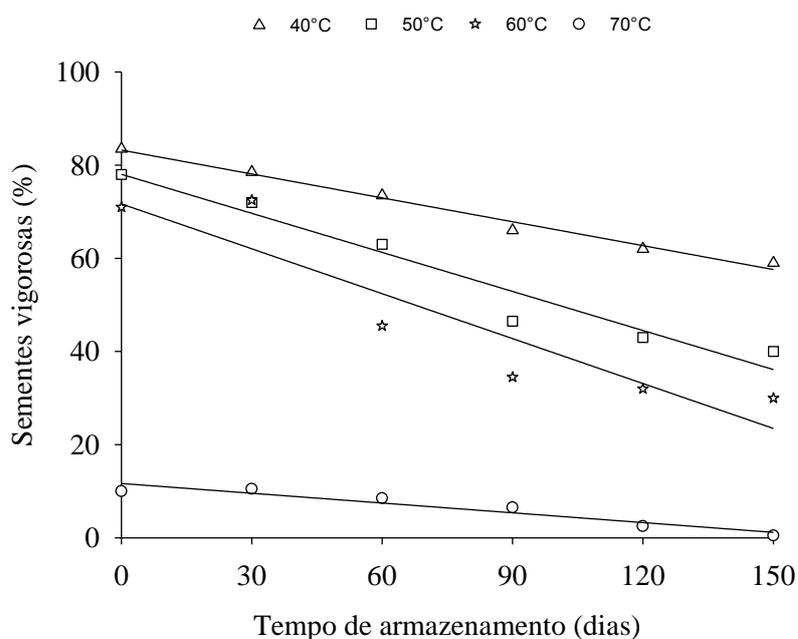


FIGURA 13. Porcentagem de sementes vigorosas no teste de tetrazólio (T), em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

A temperatura de 40 °C apresentou durante o armazenamento as maiores porcentagens de sementes vigorosas. Isto possivelmente ocorreu, em razão deste tratamento ter apresentado maior tempo de secagem, ou seja, o teor de água das sementes foi reduzido lentamente, com danos mínimos à qualidade fisiológica das sementes. As sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem apresentaram coloração vermelha intensa e em algumas sementes ausência total de coloração, evidenciando a danificação fisiológica causada pela rápida remoção de água (Figura 14).



FIGURA 14. Sementes de amendoim classificadas como vigorosa (A), não vigorosa (B) e morta (C) no teste de tetrazólio.

França Neto et al. (1998) atribuiu a elevadas temperaturas de secagem de sementes as lesões vermelho escuras ou brancas, concentradas principalmente na região do eixo embrionário. De acordo com Barros et al. (2005) tecidos mortos, não viáveis não reagem com a solução de tetrazólio preservando sua cor natural. O armazenamento de sementes de soja em condições não controladas de temperatura e umidade relativa, de acordo com Teles (2012) favoreceu a redução da viabilidade das sementes.

No Quadro 7 são encontradas as equações ajustadas da regressão do teste de tetrazólio, assim como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o F e o nível de significância da equação. As equações obtidas mostram-se adequadas para estimar a porcentagem de sementes vigorosas das sementes de amendoim submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento, apresentando significância satisfatória dos parâmetros e alto valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

QUADRO 7. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de sementes vigorosas no teste de tetrazólio (T), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem.

Temperatura °C	Equação	R <sup>2</sup>	F	Probabilidade de erro
40	$T = 83,2381 - 0,1710TA$	0,9828	286,8272	<0,0001
50	$T = 78,0476 - 0,2795TA$	0,9358	73,9048	0,0010
60	$T = 71,6905 - 0,3214TA$	0,8224	24,1540	0,0080
70	$T = 11,6667 - 0,0700TA$	0,8956	43,8910	0,0027

### 5. 1. 2. 5. Teste de condutividade elétrica

Os valores da condutividade elétrica das sementes de amendoim secas a diferentes temperaturas e armazenadas por 150 dias (Figura 15), apresentaram maiores valores à medida que se elevou a temperatura de secagem e o tempo de armazenamento.

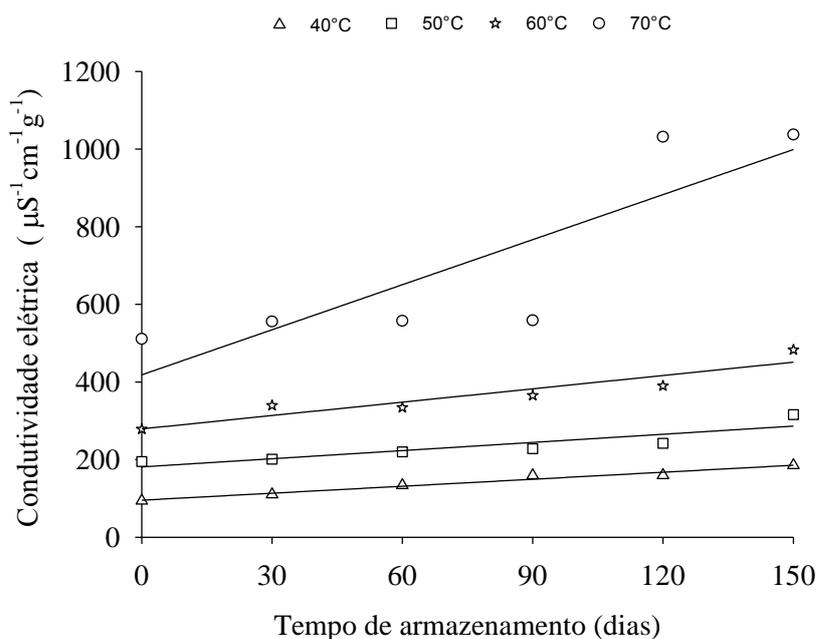


FIGURA 15. Condutividade elétrica, em  $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ , de sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

Os maiores valores encontrados de condutividade elétrica nas sementes secas às maiores temperaturas, ocorrem possivelmente, por que remoção de água do produto ocorreu de forma muito rápida, causando danos às membranas celulares das sementes (ZONTA, 2011), e a formação de fissuras no tegumento das mesmas, que quando em contato com a água tendem a apresentar maiores quantidades de lixiviados.

As variações de temperatura e umidade no ambiente de armazenamento, possivelmente favoreceram a elevação da condutividade elétrica para todas as temperaturas secagem, pois os danos causados pela rápida retirada de água das sementes foram intensificados com o tempo de armazenamento. De acordo com Das & Sen-Mandi (1992) e Bernal-Lugo & Leopold (1992), trabalhando com sementes de leguminosas, constataram que a exposição de sementes à temperatura e umidade relativa elevadas, provoca sérias alterações degenerativas no metabolismo das sementes, destacando-se a desnaturação de proteínas, queda nos teores de carboidratos, desestabilização da atividade de enzimas, entre outros. Esses eventos são desencadeados principalmente pela desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares, resultando na elevação de lixiviados.

Os valores de condutividade elétrica são menores para sementes secas a menores temperaturas de secagem, portanto pode-se inferir que, possivelmente, as sementes que apresentam menores valores de condutividade elétrica possuem maior qualidade fisiológica e vigor. Com a análise do teste de condutividade elétrica, comparada aos testes de envelhecimento acelerado 72 e 48 horas, frio modificado e tetrazólio, pôde-se concluir que os menores valores de condutividade elétrica, assim como os maiores valores de porcentagem de plântulas normais, para todos os testes de vigor realizados no trabalho são encontrados nas sementes submetidas à secagem a 40°C, durante todo o tempo de armazenamento, indicando que este lote de sementes possui alta qualidade fisiológica e alto vigor. Segundo Costa et al. (2012), o teste de condutividade elétrica baseia-se na avaliação indireta da qualidade fisiológica por meio da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes. Os menores valores correspondentes à menor liberação de lixiviados e indicam altos potenciais fisiológicos (maior vigor), revelando menor intensidade de desorganização dos sistemas de membranas das células.

Silva et al. (2011) trabalhando com sementes de sorgo, submetidas à diferentes temperaturas de secagem observaram que as sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem apresentaram maior lixiviação de solutos, resultando em maiores valores de condutividade elétrica devido a fragilidade do sistema de membranas após o processo. Ulmann et al. (2010) verificaram o aumento da condutividade elétrica com a elevação da temperatura de secagem, com lixiviação mais acentuada nas temperaturas acima de 70 °C, evidenciando que temperaturas de secagem acima de 60°C removem a água do interior das sementes de pinhão manso com maior

agressividade, ocasionando microfissuras em nível celular. Resultado semelhante ao encontrado com as sementes de amendoim, que apresentaram para a temperatura de 70°C os maiores valores de condutividade elétrica durante todo o tempo de armazenamento.

No Quadro 8 são apresentadas as equações ajustadas da regressão para o teste de condutividade elétrica, assim como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o F e o nível de significância da equação. As equações obtidas mostram-se adequadas para estimar a condutividade elétrica das sementes de amendoim submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento, apresentando significância satisfatória dos parâmetros e alto valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

QUADRO 8. Equações de regressão ajustadas aos valores da condutividade elétrica, em  $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ , de sementes de amendoim (CE), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem.

Temperatura °C	Equação	$R^2$	F	Probabilidade de erro
40	$CE = 95,4220 + 0,5998TA$	0,9622	128,2175	0,0003
50	$CE = 181,1220 + 0,7013TA$	0,7566	16,5415	0,0153
60	$CE = 279,1412 + 1,1462TA$	0,8481	28,9069	0,0058
70	$CE = 418,3676 + 3,8694TA$	0,6701	11,1577	0,0288

## 5. 2. Qualidade Tecnológica

### 5. 2. 1. Perda de Matéria Seca

De acordo com as Figuras 16 e 17, observa-se que durante o armazenamento os frutos e as sementes de amendoim apresentaram perdas de matéria seca, sendo essas perdas mais pronunciadas nos frutos em comparação às sementes, possivelmente pela maior higroscopicidade dos frutos causada pela presença da casca.

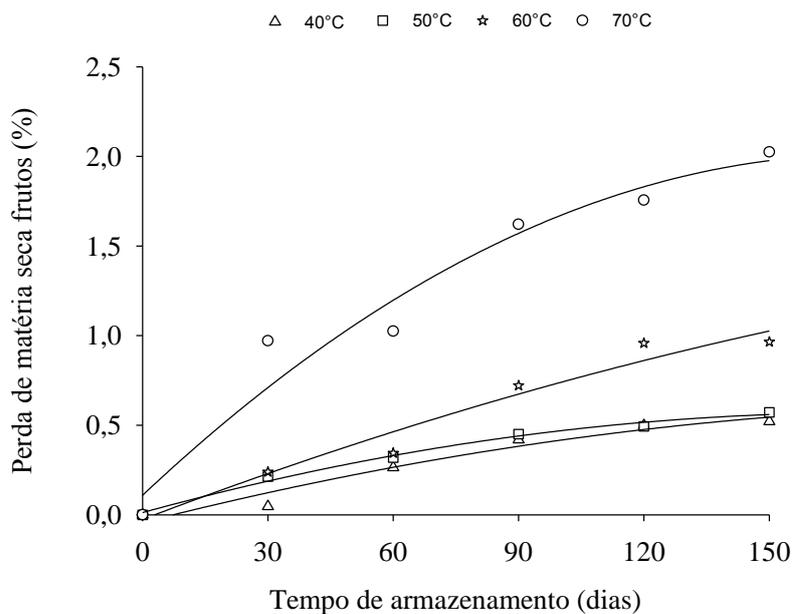


FIGURA 16. Perda de matéria seca de frutos de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

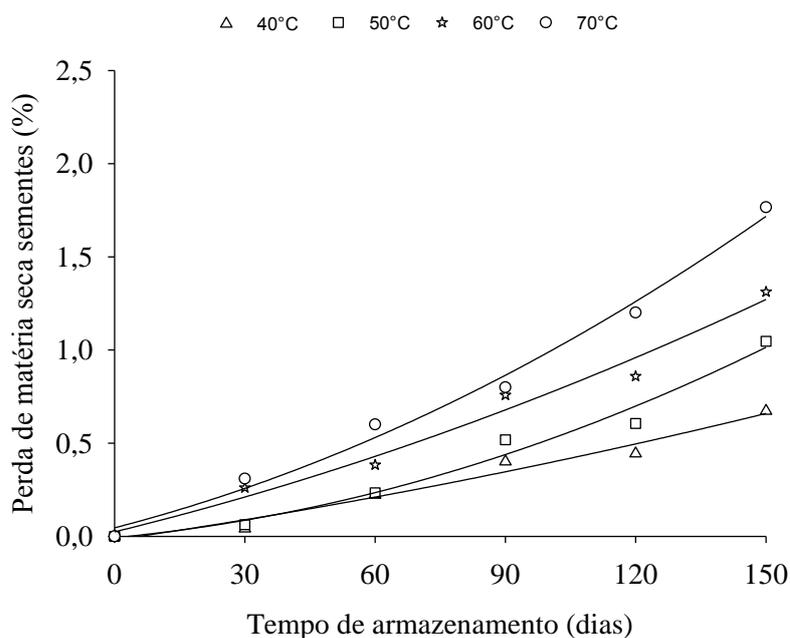


FIGURA 17. Perda de matéria seca de sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

A perda de matéria seca está diretamente ligada à respiração do produto. Alguns fatores como: teor de água, ocorrência de danos mecânicos, temperatura dos grãos e do ambiente de armazenamento e a composição da atmosfera, sobretudo a

disponibilidade de O<sub>2</sub>, influenciam a atividade respiratória dos grãos e consequente a perda de matéria seca (SANTOS et al., 2012).

Maiores perdas de matéria seca ocorreram nos frutos e sementes que foram submetidos a maiores temperaturas de secagem sendo influenciadas pelo tempo de armazenamento, uma vez que as sementes e os frutos foram armazenados em ambiente sem controle da umidade relativa e da temperatura do local de armazenamento, logo, os frutos e as sementes por serem higroscópicos, apresentaram variação no teor de água durante o período de armazenamento. Entretanto as variações no teor de água assim como a perda de matéria seca foram maiores nas sementes armazenadas fora do fruto pois as sementes foram diretamente expostas às variações de umidade relativa e temperatura no ambiente de armazenamento. Azerêdo et al. (2003) trabalhando com sementes de amendoim armazenadas fora e dentro dos frutos durante 150 dias, observaram que a presença dos frutos mantêm a qualidade das sementes durante o armazenamento.

A perda de matéria seca foi mais acentuada nas maiores temperaturas de secagem ocorreu possivelmente por que a rápida redução do teor de água das sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem além de provocar danos à qualidade fisiológica das sementes, como observado nos testes realizados no trabalho, também provocou a redução da qualidade tecnológica dos grãos de amendoim.

A variação do teor de água em sementes armazenadas pode favorecer a respiração, um processo com elevado gasto energético além de causar a elevação da temperatura da massa de grãos (ZONTA, 2011). A elevação da temperatura da massa de grãos resultante do processo de respiração, ou alterações ambientais durante o armazenamento, provavelmente foram responsáveis pela maior deterioração das sementes de amendoim. Isto está diretamente relacionado aos resultados obtidos no teste de tetrazólio e de condutividade elétrica.

No teste de tetrazólio observou-se que as sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem e ao tempo de armazenamento, apresentaram coloração mais escura, indicando elevada taxa de respiração do tecido, um processo de alto gasto energético que consequentemente causou a redução das reservas das sementes e consequentemente a redução da qualidade. No teste de condutividade elétrica os maiores valores foram encontrados nas mais elevadas temperaturas de secagem, sendo também influenciadas pelas variações de temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento, evidenciando a desestruturação celular e a presença de fissuras que

permitiram uma maior lixiviação de solutos, ocasionada pela rápida remoção de água das sementes durante a secagem e ao processo respiratório que ocorreu com o tempo de armazenamento.

Goneli (2008) trabalhando com diferentes temperaturas de armazenamento em grãos de mamona, observou que as maiores temperaturas, durante o tempo de armazenamento, causam maiores perdas de matéria seca. Resultado semelhante foi encontrado por Teixeira (2001), que, ao avaliar a qualidade de grãos de soja durante o armazenamento, observou que temperaturas elevadas associadas a altos teores de água favorecem o desenvolvimento de fungos de armazenamento, que quando presentes na massa causam perdas significativas na qualidade fisiológica.

No Quadro 9 são apresentadas as equações ajustadas da regressão para a perda de matéria seca de frutos e sementes de amendoim, assim como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o F e o nível de significância da equação. As equações obtidas mostram-se adequadas para estimar a perda de matéria seca de frutos e sementes de amendoim submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento, apresentando significância satisfatória dos parâmetros e alto valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

QUADRO 9. Equações de regressão ajustadas aos valores da perda de matéria seca de frutos (PMSF) e de sementes de amendoim (PMSS), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem.

Temperatura °C	Equação	R <sup>2</sup>	F	Probabilidade de erro
<i>Frutos</i>				
40	$PMSF = -0,0424 + 0,0059TA - 1,3447 \times 10^{-5}TA^2$	0,9346	36,7476	0,0078
50	$PMSF = 0,0127 + 0,0064TA - 1,8368 \times 10^{-5}TA^2$	0,9871	192,6424	0,0007
60	$PMSF = -0,0255 + 0,0089TA - 1, \times 10^{-5}TA^2$	0,9377	38,6570	0,0072
70	$PMSF = 0,1093 + 0,0219TA - 6,3178 \times 10^{-5}TA^2$	0,9253	31,9856	0,0095
<i>Sementes</i>				
40	$PMSS = -0,0195 + 0,0034TA - 7,6492 \times 10^{-6}TA^2$	0,9572	56,8922	0,0041
50	$PMSS = -0,0068 + 0,0022TA - 3,0900 \times 10^{-5}TA^2$	0,9642	68,4107	0,0031
60	$PMSS = 0,0240 + 0,0057TA - 1,7337 \times 10^{-5}TA^2$	0,9656	71,0836	0,0030
70	$PMSS = 0,0457 + 0,0060TA - 3,4094 \times 10^{-5}TA^2$	0,9836	151,3373	0,0010

### 5. 2. 2. Cor

Nas figuras 18, 19 e 20, pode-se observar que ocorreu a redução das variáveis “L” e “b” e elevação dos valores da variável “a”, na avaliação das sementes de amendoim durante o armazenamento. Os valores da coordenada “L” variam do cem (100) ao zero (0), de acordo com as tonalidades branca e preta, respectivamente. A coordenada “a” refere-se à tonalidade vermelha, se positivo, ou verde, se negativo. A coordenada “b” é mensurável em relação às tonalidades, amarela, se positivo, e azul, se negativo. Além disso, observa-se também que o tempo de armazenamento apresentou maior influência na coloração das sementes de amendoim que as temperaturas do ar de secagem.

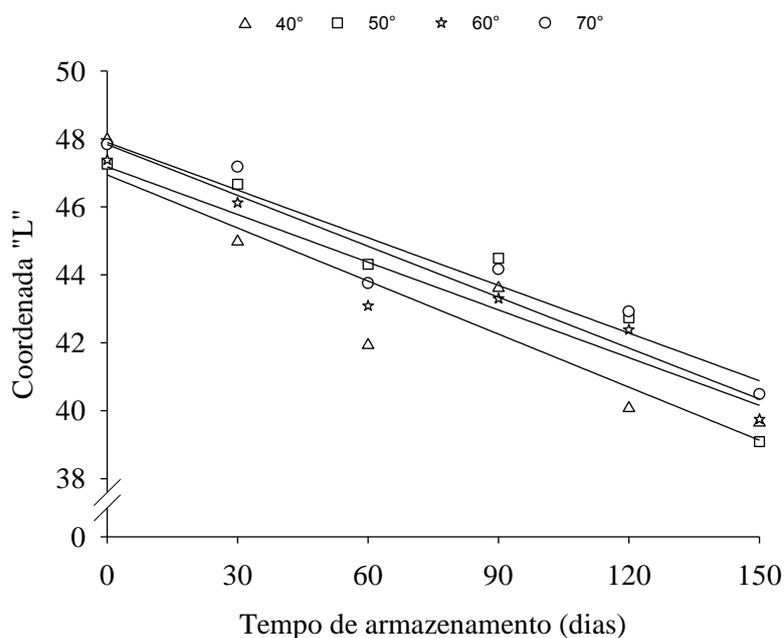


FIGURA 18. Valores médios da coordenada “L” das sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento

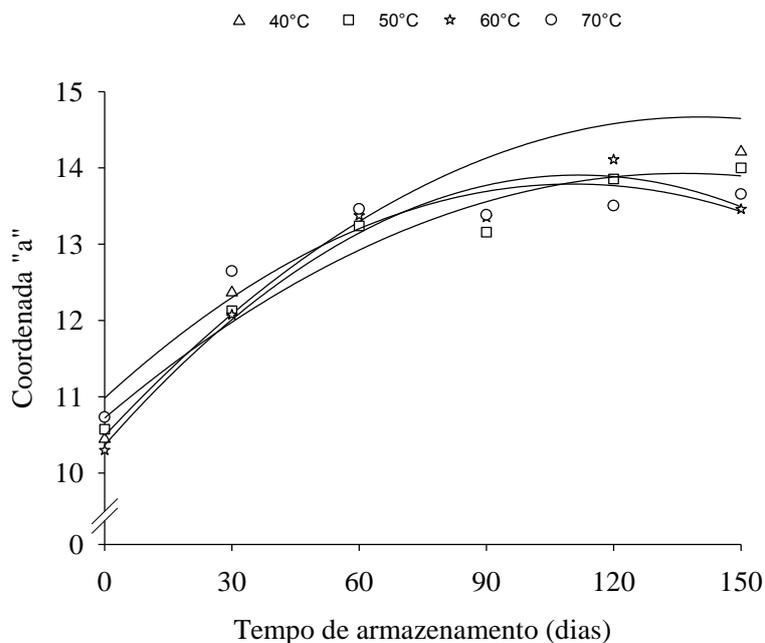


FIGURA 19. Valores médios da coordenada "a" das sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento

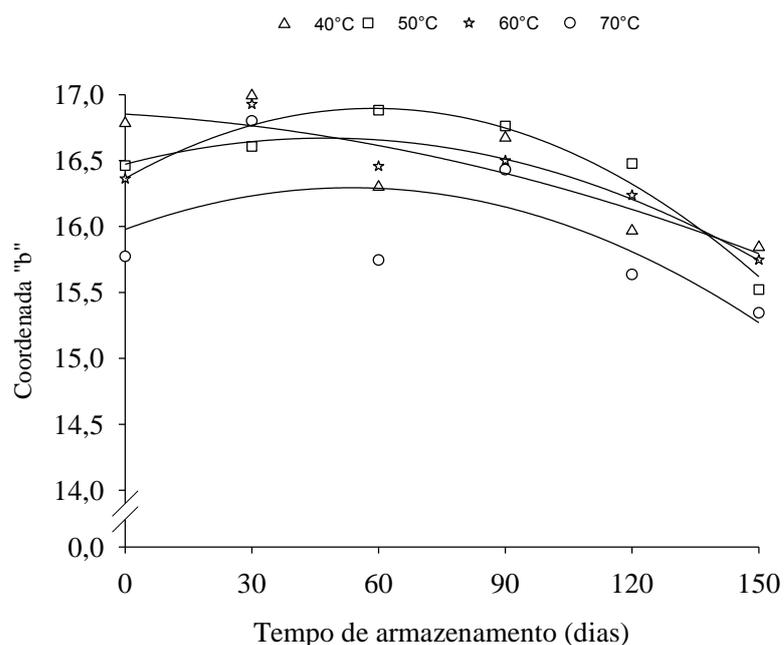


FIGURA 20. Valores médios da coordenada "b" das sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento

De acordo com os resultados encontrados, pode-se observar que as sementes de amendoim sofreram escurecimento do seu tegumento com o armazenamento. As variações de temperatura e umidade relativa no ambiente de armazenamento possivelmente causaram o escurecimento dos grãos de amendoim, visto que o processo

de deterioração dos grãos pode ser consequência da intensificação da respiração dos produtos armazenados, como observado anteriormente nos testes de tetrazólio, condutividade elétrica e perda de matéria seca. A comparação entre o escurecimento e os testes realizados anteriormente possibilitam observar que a qualidade de grãos ou sementes de amendoim pode estar relacionada ao escurecimento.

Em grãos de café, segundo Nogueira et al. (2011), a descoloração ou branqueamento está relacionado a ocorrência de processos oxidativos, com redução da qualidade dos grãos de café.

Soares Jr. (2012) verificou em feijão de diferentes variedades, que as sementes que apresentaram maiores valores da coordenada “L”, apresentaram menor qualidade fisiológica e conseqüentemente menor valor comercial. Alencar et al. (2009), verificaram que variações de temperatura e umidade relativa do ambiente do armazenamento, provocaram a elevação dos valores da coordenada “L” e conseqüentemente o escurecimento dos grãos de soja, que é um indicativo de deterioração de sementes de soja armazenadas. Goneli (2008) verificou que em sementes de mamona armazenadas em diferentes temperaturas, apresentaram escurecimento do tegumento nas maiores temperaturas de armazenamento.

Na Figura 21 pode-se observar que os valores do índice croma apresentaram variação e elevação com o tempo de armazenamento, principalmente nas menores temperaturas do ar de secagem das sementes de amendoim.

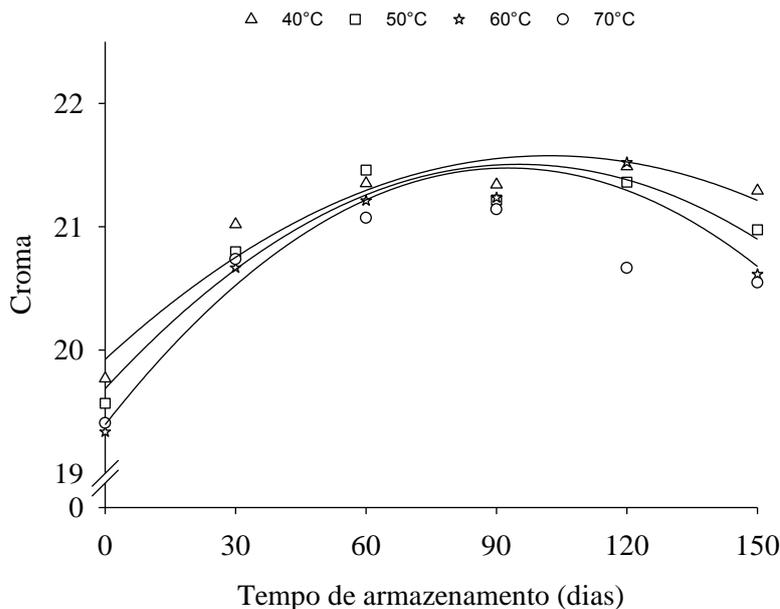


FIGURA 21. Valores médios do índice croma das sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

Pode-se também observar que o tempo de armazenamento, assim como nas coordenadas “L”, “a” e “b”, apresentou maior influência na cor das sementes de amendoim em comparação às temperaturas de secagem. De acordo com Ortolan (2006), a saturação croma é a quantidade de reflexão de luz, em um dado comprimento de onda, indicando a proporção em que a cor está misturada com o branco, preto ou cinza. O escurecimento ocorrido nas sementes de amendoim é confirmado pelos valores encontrados na saturação de cor “croma” durante o tempo de armazenamento. De acordo com Ernandes (2006), o escurecimento de grãos de soja é um indicativo da deterioração qualitativa durante o armazenamento.

A variação ocorrida na cor das sementes de amendoim durante o tempo de armazenamento (Figura 22), estimada pelos parâmetros analisados anteriormente, resultou no aumento da diferença de cor das sementes de amendoim ao longo do tempo de armazenamento, sendo as diferenças mais intensas com o efeito do tempo de armazenamento em comparação a variação entre as diferentes temperaturas do ar de secagem das sementes de amendoim. A variação da cor assim como os outros parâmetros analisados, quanto à colorimetria das sementes de amendoim, possivelmente sofreu influência da variação da temperatura e da umidade relativa do ar do ambiente durante tempo de armazenamento.

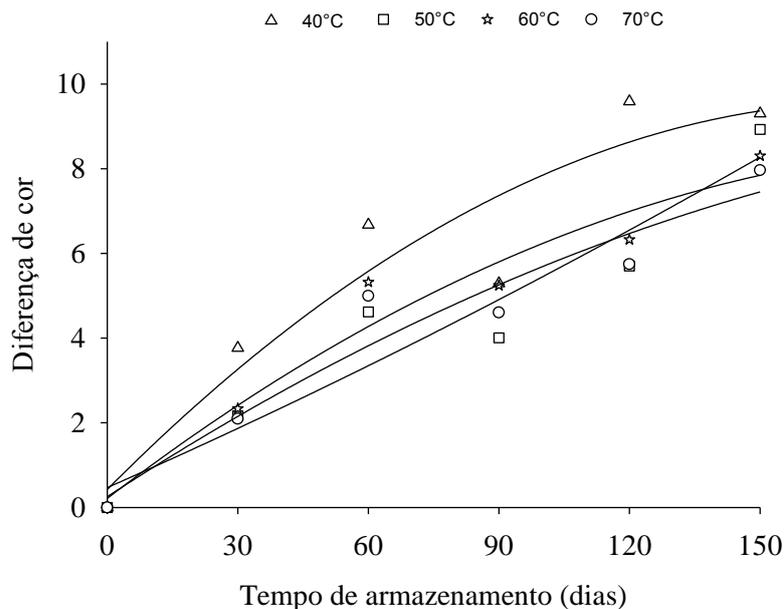


FIGURA 22. Valores médios da diferença de cor das sementes de amendoim, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.

De acordo com Pohndorf (2012), temperaturas elevadas durante o armazenamento causam escurecimento de grãos de soja. Resultado semelhante ao encontrado por Alencar et al. (2009), que trabalhando com diferentes temperaturas de armazenamento em grãos de soja, observou o escurecimento quando armazenados à temperaturas elevadas. Goneli (2008) observaram que grãos de mamona apresentaram maior escurecimento quando armazenados com elevadas temperaturas.

No Quadro 10 são apresentadas as equações ajustadas da regressão das coordenadas “L”, “a” e “b”, do índice de cor “croma” e da diferença de cor das sementes de amendoim, assim como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o F e o nível de significância da equação. As equações obtidas mostram-se adequadas para estimar as coordenadas “L” (L), “a”(a) e “b”(b), do índice de cor “croma” (CR) e diferença de cor ( $\Delta E$ ) das sementes de amendoim submetidas a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento, apresentando significância satisfatória dos parâmetros analisados e elevados valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Quadro 10. Equações de regressão ajustadas aos valores das coordenadas “L”, “a” e “b”, do índice croma (CR) e da diferença de cor ( $\Delta E$ ), das sementes de amendoim, em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem.

Temperatura °C	Equação	R <sup>2</sup>	F	Probabilidade de erro
<i>Coordenada “L”</i>				
40	$L = 46,9404 - 0,0521TA$	0,8177	23,4312	0,0084
50	$L = 47,8370 - 0,0499TA$	0,8739	35,6620	0,0040
60	$L = 47,1801 - 0,0468 TA$	0,9074	50,0231	0,0021
70	$L = 47,8974 - 0,0468TA$	0,8984	45,2116	0,0025
<i>Coordenada “a”</i>				
40	$A = -10,4891 - 0,0595TA - 0,0006TA^2$	0,7570	8,7864	0,0557
50	$A = -10,7206 + 0,0471TA - 0,0005TA^2$	0,9363	37,7327	0,0075
60	$A = -10,3648 - 0,0634TA - 0,0009TA^2$	0,9499	48,4385	0,0052
70	$A = 10,9829 + 0,0508TA - 0,0002TA^2$	0,8757	18,6129	0,0204
<i>Coordenada “b”</i>				
40	$B = 16,8516 - 0,0019TA - 3,4426 \times 10^{-5}$	0,6015	4,7737	0,1169
50	$B = 16,3639 + 0,0181 - 0,0002$	0,9008	23,6964	0,0145
60	$B = 16,4720 + 0,0084 - 8,8194 \times 10^{-5}$	0,6999	6,8319	0,0764
70	$B = 15,9778 + 0,0118 - 0,0001$	0,1334	1,3850	0,3749
<i>Croma</i>				
40	$CR = 19,8234 - 0,0334TA - 0,0001005TA^2$	0,5984	4,7249	0,1183
50	$CR = 19,5727 - 0,0413TA - 0,0002TA^2$	0,9378	38,7226	0,0072
60	$CR = 19,4480 - 0,0439TA - 0,0002TA^2$	0,9023	24,0892	0,0142
70	$CR = 19,5746 - 0,0365 - 0,0002 TA^2$	0,8176	12,2074	0,0362
<i>Diferença de cor</i>				
40	$\Delta E = 0,4247 + 0,1034 - 0,0003TA^2$	0,8249	12,7807	0,0340
50	$\Delta E = 0,4691 + 0,0453 - 4,5057 \times 10^{-5} TA^2$	0,8611	16,4981	0,0241
60	$\Delta E = 0,2144 + 0,0788 - 0,0002TA^2$	0,9199	29,6955	0,0105
70	$\Delta E = 0,2537 + 0,0670 - 0,0001 TA^2$	0,8870	20,6336	0,0176

## 6. CONCLUSÕES

De acordo com as condições em que este trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

- A elevação da temperatura do ar de secagem acarreta danos a qualidade fisiológica e tecnológica das sementes;
- O período de armazenamento influencia a qualidade fisiológica e tecnológica das sementes de amendoim, potencializando a perda observada com a elevação da temperatura;
- A temperatura do ar de secagem de 40°C, entre as testadas, é a recomendada para a secagem das sementes de amendoim;

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; LACERDA FILHO, A. F.; PERTINELLI, L. A.; COSTA, A. R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v.13 n.5, p.606-6013, 2009.

AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A.; DIAS, F. L. F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T.; SACHS, R. C. C.; AZCÓN, R. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.810-818, 2011.

ANDRADE, E. M. G.; LACERDA, R. R. A.; SOUZA JÚNIOR, J. R.; SILVA, H. S.; SOUZA, J. R. M.; FURTADO, G. F.; SILVA, S. S. Diagnóstico de sementes em pequenas propriedades do município de Umari-CE. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.4, p 29-36, 2012.

ARAÚJO, A. E. S.; ROSSETO, C. A. V. Influência da hidratação controlada na germinação de sementes de amendoim armazenadas. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.199-207, 2005.

ARAÚJO, E. F.; ARAÚJO, R. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R. F. S. Maturação de sementes de milho-doce – grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, n.2, p.69-76, 2006.

ATAÍDE, G. M.; FLORES, A. V.; BORGES, E. E. L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de *pterogyne nitens* tull. durante o envelhecimento artificial. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 71-76, 2012.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 2, p.117-124, 2007.

AZEREDO, G. A.; BRUNO, R. L. A.; LOPES, K. P.; SILVA, A.; DINIZ, E.; LIMA, A. A. Conservação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função do beneficiamento, embalagem e ambiente de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, p. 37-44, 2005.

BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L; CICERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Testes de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999. p. 1-13.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 365 p.

BERNAL-LUGO, I.; LEOPOLD, A. C. Changes in soluble carbohydrates during seed storage. **Plant Physiology**, Rockville v. 98, n.3, p. 1207-1210, 1992.

BORDIGNON, B. C. S. **Relação das condições de armazenamento com a qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.

CABRAL, Y. C. F.; ÁVILA, M. R.; ORTIZ, T. A. Desempenho de lotes de sementes de soja submetidos ao teste de deterioração controlada. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.1, n.1, p.45-57, 2012.

CARLESSO, V. O.; BERBERT, P. A.; SILVA, R. F.; VIANA, A. P.; DETMAN, E.; DIONELLO, R. G. Secagem de sementes de maracujá em camada delgada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n.3, p. 444-448, 2005.

CARVALHO, N. M.; SILVA, J. B.; SILVEIRA, C. M.; HORVAT, R. A. Método alternativo para submeter sementes de amendoim à solução de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 1, p.018-022, 2009.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sexto levantamento, março 2012**. Brasília: Conab, 2012. p. 35.

COSTA, L. M.; RESENDE, O.; GONCLAVES, D. N.; SOUSA, K. A. Qualidade dos frutos de crambe durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília v. 34, n. 2 p. 23 -301, 2012.

COSTA, L. M.; RESENDE, O.; GOLÇALVES, D. N.; SOUZA, K. A. Qualidade dos frutos de crambe durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 34, n. 2 p. 239 - 301, 2012.

DAS, G.; SEN-MANDI, S. Scuttelar amylase activity in naturally aged and accelerated aging wheat seeds. **Annals of Botany**, London, v. 69, n. 6, p. 497-501, 1992.

DUARTE, E. A. A. **Identificação de genes diferencialmente expressos em amendoim submetido a estresse hídrico**. 2008. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Melhoramento Genético). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife- PE. Disponível em: <[http://200.17.137.108/tde\\_arquivos/5/TDE-2009-11-30T140125Z-434/Publico/Elizabeth%20Amelia%20Alves%20Duarte.pdf](http://200.17.137.108/tde_arquivos/5/TDE-2009-11-30T140125Z-434/Publico/Elizabeth%20Amelia%20Alves%20Duarte.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2012.

EICHOL, E. D.; PERES, W. B. Monitoramento da qualidade física de secagem de sementes de milho em secadores estacionários. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.30, n.2, p. 057-064, 2008.

FERNADES, A. C. **Reguladores de crescimento na dormência e germinação de sementes de amendoim**. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia). UNESP. Jaboticabal – SP.

FREITAS, S. M.; AMARAL, A. M. P. Alterações nas variações sazonais dos preços de amendoim nos mercados primários a atacadista, 1990-2001. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 32, n.5, p. 45-54, 2002.

GARCIA, D. C.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T.; MENEZES, N. L. **A secagem de sementes**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.2, p. 603-608, 2004.

GODOY I. J. Melhoramento do amendoim. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de plantas: culturas agrônômicas**. Viçosa, 1999. p. 51-94.

GONELI, A. L. D. **Variação das propriedades físico-mecânicas e da qualidade da mamona (*Ricinus communis* L.) durante a secagem e o armazenamento**. 2008, Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). UFV. Viçosa- MG.

HOU, H.J.; CHANG, K.C. Storage conditions affect soybean color, chemical composition and tofu qualities. **Journal of Food Processing and Preservation**. v. 28, n. 6, p. 473-488, 2004.

ISLEIB, T. *et al.* Compositional and sensory comparisons between normal and high oleic peanuts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 05, p. 1759-1763, 2006.

LIMA, T. M. **Cultivo do amendoim submetido a diferentes níveis de adubação e condições edafoclimáticas no sudoeste de Goiás**. 2011. 133p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal). UFG. Jataí – GO.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; PEREIRA, J. C.; MONDINI, M. L. Avaliação da qualidade de sementes de soja (*Glycine max* L.) cultivar IAC-18. **Revista Eletrônica de Agronomia**, ano IV, n.7, 2005.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

MARTINS, R.; PEREZ, L. H. Amendoim: inovação tecnológica e substituição de importações, Brasil, 1996-2005. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 28-40, 2007.

MARTINS. R.; Cultivares de amendoim: um estudo sobre as contribuições da pesquisa pública paulista. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 35-49, 2006.

MENEZES, N. L.; PASQUALLI, L. L.; BARBIERI, A. P.; VIDAL, M. D.; CONCEIÇÃO, G. M. Temperaturas de secagem na integridade física, qualidade

fisiológica e composição química de sementes de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 430-436, 2012.

NASCIMENTO, B. S. **Secagem de sementes de *Arachis hipogae* L. com capa protetora**. 2010. 143p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). UFSC. São Carlos – SP.

NAKADA, P. G.; OLIVEIRA, J. A.; MELO, L. C.; SILVA, A. A.; SILVA, P. A.; PERINA, F. J. Desempenho durante o armazenamento de sementes de pepino submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 3 p. 042-051, 2010.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A. **O Amendoim: Tecnologia de Produção**. Botucatu: FEPAF, p. 325, 2011.

NERY, M. C.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. M. Testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de nabo forrageiro. **Informativo ABRATES**, v.19, n.1, p. 9-20, 2009.

NOGUEIRA, R. M.; ROBERTO, C. D.; SAMPAIO, C. P. **Armazenamento de café: preservação da qualidade que vem do campo**. Viçosa, 2010.

OLIVA, A. C. E. **Qualidade de sementes de crambe submetidas a métodos de secagem e períodos de armazenamento**. 2010. 87p. Dissertação (Mestre em Agronomia). UNESP. Botucatu – SP.

OLIVA, A. C. E.; BIAGGIONI, M. A. M., CAVARIANI, C. Efeito imediato do método de secagem na qualidade de sementes de crambe. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 27, n.3, p.16-30, 2012.

ORTOLAN, F. **Genótipos de trigo do Paraná – Safra 2004: Caracterização e fatores relacionados à alteração da cor de farinha**. 2006. 140p. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). UFSM. Santa Maria – RS.

PEREIRA, E. L.; ROSSETTO, C. A. V. Avaliação do vigor em sementes de amendoim. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v.39, n.1-2, p. 09 - 16, 2005.

PEREIRA, C. C.; OLIVEIRA, P. D.; ISQUIERDO, E. P., BORÉM, F. M.; TAVEIRA, J. H. S.; ALVES, G. E. Análise fisiológica de grãos de café submetidos a diferentes Tipos de processamento e métodos de secagem. **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil** 22 a 25 de Agosto de 2011, Araxá – MG.

PESKE, S.T.; VILLELA, F. Secagem de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M.; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003, p. 283-322.

PIGUINELLI, A. L. M. T. **Extração mecânica de óleos de amendoim e de girassol para a produção de biodiesel via catálise básica**. 2007. 94p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). UEC. Campinas – SP.

POHNDORF, R. S. **Efeitos da umidade e do resfriamento no armazenamento sobre a qualidade de grãos e do óleo de soja para fins comestíveis e de produção de biodiesel.** 2012. 85p. Dissertação (Mestrado em Ciências). UFP. Pelotas – RS.

RAMOS, N. P.; NOVO, M. C. S. S.; LAGO, A. A.; MARIN, G. C. Emergência de plântulas e crescimento inicial de cultivares de amendoim sob resíduos de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p.190-197, 2008.

ROCHA, M. B.; BARBOSA, M. Z. Aspectos econômicos da cultura do amendoim. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 101-166, 1990.

ROSA, S. D. V. F.; PINHO, E. V. R. V.; VIEIRA, M. G. G. C.; VEIGA, R. D. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília v. 22, n. 1, p.54-63, 2000.

ROSSETO, C. A. V.; LIMA, T. M.; VIEGAS, E. C.; SILVA, O. F.; BITTENCOURT, A. M. Efeito da calagem, da colheita e da secagem na qualidade sanitária de amendoim na seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 567-573, 2003.

ROSSETO, C. A. V.; LIMA, T. M.; GUIMARÃES, E. C. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.795-801, 2004.

SANTOS, R. C.; GODOY, J. I.; FAVERO, A. P. Melhoramento do amendoim. *In*: SANTOS, R. C. (Ed.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2005. p. 17-44.

SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; LIMA, L. M.; ZAGONEL, G. F., COSTA, B. J. Produtividade de grãos e óleo de genótipos de amendoim para o mercado oleoquímico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 72-77, 2012.

SANTOS, S. B.; MARTINS, M. A.; FARONI, L. R. D.; BRITO JUNIOR, V. R. Perda de matéria seca em grãos de milho armazenados em bolsas herméticas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 674-682, 2012.

SARMENTO HGS; GONÇALVES MG; DAVID AMSS; AMARO HTR; ASSIS MO; MOTA WF. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão submetidas a diferentes procedimentos de secagem. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p.7875-7882, 2012.

SCHUH, G. C. **Secagem de milho colhido em espiga para seleção de planta-mãe.** 2010. 62p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Porto Alegre – RS.

SINGKHAM, N. *et al.* Estimation of heritability by parent- offspring regression for high-oleic acid in peanut. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 09, n. 096, p. 358-363, 2010.

SILVA, T. T. A.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, A. R.; COSTA, R. R.; ABREU, L. A. S. Teor de água na colheita e temperatura de secagem na qualidade de sementes de sorgo, durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.1, p.66-81, 2011.

SMIDERLE, O. J., DIAS, C. T. S. Época de colheita e qualidade fisiológica de sementes em arroz irrigado (*Oryza sativa* cv BRS Roraima). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n.3, p 44-52, 2007.

SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; BASSINELLO, P. Z.; FERNANDES, P. M.; BECKERS, F. S. Características físicas, químicas e sensoriais de feijões crioulos orgânicos, cultivados na região de Goiânia-GO . **Revista Verde**. Mossoró, v. 7, n. 3, p. 109-118, 2012.

TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J.; ALVES, E. Efeito do ambiente de armazenamento na qualidade de sementes de Sorgo-Sudão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n.2, p. 44-52, 2007.

ULMANN, R.; RESENDE, O.; SALES, J. F.; CHAVES, T. H. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 442-447, 2010.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n.2, p.151-158, 2005.

VASCONCELOS, D. S. L.; CORRÊA, P. C.; AFONSO JÚNIOR, P. C.; BAPTESTINI, F. M.; CAMPOS, S. C. Utilização do índice de amarelecimento como fator qualitativo em grãos de café armazenados. **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. 22 a 25 de Agosto de 2011, Araxá – MG

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

YILBAS, B.S.; HUSSAIN, M.M.; DINCER, I. Heat and moisture diffusion in slab products to convective boundary condition. **Heat and Mass Transfer**, v.39, p.471-476, 2003.

ZONTA, J. B. **Secagem, beneficiamento e armazenamento de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2011. 91p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). UFV, Viçosa-MG.