



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA

ROMAR TOEBE

**CONTROLE DA UMIDADE RELATIVA E TEMPERATURA DO AR NA
MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA**

LARANJEIRAS DO SUL

2014

ROMAR TOEBE

**CONTROLE DA UMIDADE RELATIVA E TEMPERATURA DO AR NA
MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia da Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Orientador. Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto

LARANJEIRAS DO SUL

2014

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Toebe, Romar

Controle da umidade relativa e temperatura do ar na manutenção da qualidade de sementes de soja/ Romar Toebe. -- 2014.

34 f.

Orientador: Josuel Alfredo Vilela Pinto.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -

Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

1. Manutenção da qualidade fisiológica em sementes de soja. I. Pinto, Josuel Alfredo Vilela, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ROMAR TOEBE

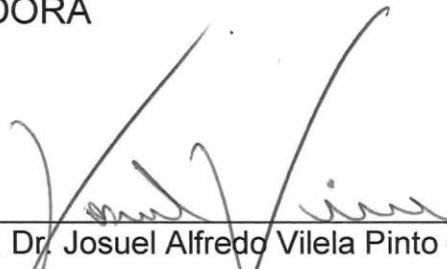
Controle da umidade relativa e temperatura do ar na manutenção da qualidade de sementes de soja

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia com Ênfase em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul (PR)

Orientador: Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto

Aprovado em: 11/12/14

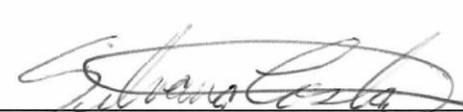
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto – UFFS



Prof. Dr. Anderson Weber- UFFS



Engª. Agrônoma Silvana da Costa

À minha esposa, Juciliane Alves Toebe.
Minhas filhas, Maria Fernanda Alves Toebe
e Ana Rafaela Alves Toebe.
Ao me pai, Wonibaldo Toebe "*in memoriam*".
À minha mãe, Renate Toebe.
À minha irmã, Rosane Toebe.
Ao meu irmão Wando Toebe.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Juciliane Alves Toebe, pelo apoio incondicional durante essa etapa importante da minha vida. À minha mãe Renate Toebe, que também, sempre me apoiou e ao meu pai Wonibaldo Toebe “*in memoriam*”, que me ensinou a lutar e não desistir. À minha estima irmã Rosane Toebe, que me incentivou e me apoiou veementemente. Ao professor, orientador e amigo Josuel Alfredo Vilela Pinto, pela paciência e tempo a mim dedicado. Aos meus colegas de turma, Alex Junior Cambuzzi e Ricardo Scandolara, que não negaram esforços no auxílio a esse trabalho. A todos os professores e à Universidade Federal da Fronteira Sul, pela oferta de um ensino gratuito e de qualidade. A todos os meus amigos de trabalho e colegas, que de alguma forma ou outra, também colaboraram.

OBRIGADO.

“De nada adianta o conhecimento, se ele não for disseminado entre os homens”

(Autor desconhecido).

RESUMO

Objetivando avaliar as condições fisiológicas das sementes, após o armazenamento, esse trabalho investigou sementes de soja submetidas a diferentes ambientes de armazenagem, com controle da temperatura e umidade relativa do ar (U.R.) e ambientes sem controle desses fatores por um período de 90 dias. Para avaliar as condições fisiológicas, as sementes foram submetidas à medição do teor de água, testes de germinação e vigor (primeira contagem de germinação, peso da matéria seca da plântula e condutividade elétrica). O experimento foi realizado com 4 tratamentos e 6 repetições na forma de delineamento inteiramente casualizado, sendo que o tratamento com temperatura controlada foi de 13°C, o tratamento com umidade relativa do ar controlada foi de 50% e ambientes sem controle da temperatura e U.R., em armazém e laboratório. Segundo os resultados, as sementes que apresentaram menor umidade ao final do tratamento, foram as submetidas à umidade relativa do ar controlada em 50%. As sementes de soja armazenadas no armazém e com umidade relativa controlada em 50% não diferiram em seus resultados quanto ao teste de germinação, contudo, o último tratamento não atingiu padrões de germinação para comercialização. O teste de primeira contagem classificou os diferentes tratamentos, de forma semelhante ao de germinação, Para o teste de condutividade elétrica foram encontradas as melhores médias nos tratamentos com temperatura e umidade relativa do ar controlada e ambiente de laboratório. No teste de massa seca de plântula, as médias não tiveram diferenças significativas.

Palavras-chave: Ambientes controlados. Condições fisiológicas. Germinação e vigor.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physiological conditions of the seeds after storage, investigating soybean seeds under different storage environments, in temperature control and relative humidity (R.H.) situations, and uncontrolled environments of these factors, for a period of 90 days. To evaluate the physiological conditions, the seeds were submitted to the measurement of water content, germination and vigor (first count, dry weight of seedling and electrical conductivity). The experiment was carried out with 4 treatments and 6 repetitions in the form of completely randomized delineated, under the following conditions: treatment with controlled temperature was 13 ° C, treatment with humidity controlled air was 50% and environments without control of temperature and RH in warehouse and laboratory. According to the results, the seeds had lower moisture at the end of treatment, were submitted to relative humidity controlled at 50%. The soybean seeds stored in the warehouse and relative humidity controlled 50% did not differ in their results regarding the germination's test. However, the last treatment did not reach germination standards for commercialization. The first count test determined the different treatments similar to germination. For the electrical conductivity test were found the best averages in the treatments with temperature and relative humidity of the air and controlled lab environment. In biomass test seedling, the average did not differ significantly.

Keywords: Controlled Environment. Physiological conditions. Germination and vigor.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1-	Psicrômetro eletrônico da marca <i>FullGauge</i>	31
Fotografia 2-	Fios que alimentam os sistemas de desumidificação e umidificação da minicâmara.....	31
Fotografia 3-	Psicrômetro já montado no interior da minicâmara.....	31
Fotografia 4-	Sistema de desumidificação (bomba de membrana, tubos e reservatório com sílica gel).....	31
Fotografia 5-	Sistemas de desumidificação e umidificação em fase de teste.....	31
Fotografia 6-	Monitoramento e arquivo de dados da umidade relativa da minicâmara em um computador	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Umidade (%) em base úmida de sementes de soja 'Brasmax' após 90 dias de armazenamento mais 15 dias sob condições de ambiente em Laranjeiras do Sul, PR, 2014.	24
Tabela 2. Porcentagem de germinação de sementes soja 'Brasmax' após 90 dias de armazenamento mais 15 dias sob condições de ambiente. Laranjeiras do Sul, PR, 2014.	25
Tabela 3. Porcentagem de germinação, na primeira contagem, em sementes de soja 'Brasmax' após 90 dias de armazenamento mais 15 dias sob condições de ambiente. Laranjeiras do Sul, PR, 2014.....	26
Tabela 4. Condutividade elétrica em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes de soja 'Brasmax' após 90 dias de armazenamento mais 15 dias sob condições de ambiente. Laranjeiras do Sul, PR, 2014.....	27
Tabela 5. . Miligramas de massa seca por plântula de sementes de soja 'Brasmax' após 90 dias de armazenamento mais 15 dias sob condições de ambiente. Laranjeiras do Sul, PR, 2014.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo geral	13
1.1.2	Objetivos específicos	13
1.2	JUSTIFICATIVAS	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	TEORES DE UMIDADE IDEAIS DAS SEMENTES PARA ARMAZENAGEM.	14
2.2	TEMPERATURA NO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO	15
2.3	UMIDADE RELATIVA NO AMBIENTE DE ARMAZENAGEM	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	MATERIAL VEGETAL	18
3.2	TRATAMENTOS	18
3.3	TESTE DE GERMINAÇÃO	21
3.4	TESTE DE VIGOR – PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO	21
3.4.1	TESTE DE VIGOR - PESO DA MATÉRIA SECA DA PLÂNTULA.	21
3.4.2	TESTE DE VIGOR – CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	22
3.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	LISTA DE FOTOGRAFIAS	31
	APÊNDICE- A	32

1 INTRODUÇÃO

Considerada como uma das culturas anuais mais importantes no cenário mundial, a soja (*Glycine max* (L.) Merr.) é largamente cultivada e utilizada em diversas regiões do mundo devido a sua composição em fornecer lipídeos, na forma de óleo, e fonte expressiva de proteínas muito utilizadas na alimentação humana e animal. A produção mundial alcançou 267,6 milhões de toneladas na safra 2012/13, sendo que, Estados Unidos, Brasil e Argentina foram responsáveis por aproximadamente 80,36% dessa produção e a contribuição nacional, nesse mesmo ano agrícola, foi de 82,0 milhões de toneladas (AMAZONAS, 2014).

No cenário nacional, Mato Grosso destaca-se como maior produtor da cultura, seguido do Estado do Paraná e Rio Grande do Sul, sendo que, apenas o estado paranaense contribuiu com 15,9 milhões de toneladas no ano safra 2012/13 (CONAB, 2014).

No ano agrícola 2011/12, a região pertencente ao núcleo de Laranjeiras do Sul foi responsável pela produção de 172.293 toneladas de soja em uma área estimada de 84.650 hectares (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 2014).

Do montante de soja produzida anualmente, o principal destino dessa produção é abastecer as empresas com matéria prima para os mais diversos fins e, também, abastecer a indústria sementeira com materiais de boa qualidade que serão responsáveis pelas produções futuras da cultura.

Tanto os grãos usados na indústria, bem como as sementes, passam pelo período de armazenagem, sendo que, os grãos em função de que haja um fluxo dessa matéria prima que regula a oferta e demanda do produto e as sementes em razão de que somente poderão ser semeadas novamente meses após a colheita, ou seja, no próximo ano agrícola da cultura.

A deterioração de grãos e sementes tem início a partir da maturação fisiológica. Isso ocorre, quando há o desligamento dessas estruturas da planta mãe. O processo de deterioração não pode ser evitado, já que, grãos e sementes são estruturas vivas. Podemos apenas reduzir a intensidade desse processo de forma a minimizar as perdas até que os grãos e sementes cheguem aos seus referentes destinos: a indústria ou aos agricultores, para realizarem a próxima semeadura.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo desse trabalho foi avaliar algumas condições fisiológicas de sementes de soja submetidas em diferentes ambientes de armazenagem por 90 dias, que corresponde parte do período em que esse material fica estocado antes de ser comercializado aos agricultores para ser realizada a semeadura.

1.1.2 Objetivos específicos

Avaliar as respostas fisiológicas em sementes de soja armazenadas em ambientes com umidade relativa do ar e temperatura, controladas;

Avaliar as sementes de soja submetidas aos diferentes tratamentos quanto à variação do teor de água e realizar testes de germinação e vigor (Primeira contagem de germinação, peso da matéria seca da plântula e condutividade elétrica) nas amostras, após o armazenamento (90 dias) mais 15 dias no mesmo ambiente.

1.2 JUSTIFICATIVAS

Na fase da armazenagem, em muitos casos, é onde ocorre a maior perda da qualidade de grãos e sementes em razão da influência de fatores ambientais que atuam diretamente sobre esses materiais, como por exemplo, a oscilação da temperatura e da umidade relativa do ar no ambiente de armazenagem.

Visto que a etapa de armazenagem se torna necessária e é considerada de extrema importância para manter a qualidade da soja, sejam grãos ou semente, se tem a necessidade, cada vez mais, de desenvolver técnicas e ou equipamentos que visam gerar esses benefícios aos produtos armazenados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TEORES DE UMIDADE IDEAIS DAS SEMENTES PARA ARMAZENAGEM.

A colheita das culturas, em sua grande maioria, é realizada com teores de água presente nos grãos ou sementes (umidade) acima dos teores ideais para a armazenagem, porém se preconiza que a colheita seja realizada com teores de água onde há o menor dano mecânico possível nas sementes. A umidade pode variar entre 13 e 16% para a maioria das culturas (TOLEDO, 1977). Nessas condições as perdas são menores, pois, diminui-se o tempo de permanência desse material na lavoura e, portanto, menos sujeitos ao ataque de insetos e fungos, que encontra no ambiente quente e úmido condições ideais de desenvolvimento, onde que, ainda, nessas condições favorecem a respiração, aceleração do metabolismo e reações químicas denominadas oxidação, que ocasionam diversas perdas (WEBER, 1995).

Em grãos e sementes a retirada do excesso de umidade através da secagem e o armazenamento sob condições ideais, permitem que esses produtos passem por longos períodos armazenamento, havendo o mínimo de perda da qualidade fisiológica desses materiais, em razão da redução do metabolismo pela pouca disponibilidade de água e temperatura adequada.

Os diferentes teores de umidade das sementes podem beneficiar diversos processos biológicos. Segundo Toledo (1977) teores de umidade entre 45-60%, ocorre a germinação, dependendo da espécie e mesmo baixando para teores de 18-20%, a taxa respiratória e a hospedagem de microrganismos é ainda extremamente alta. Entre 12-14% e 18-20% o desenvolvimento de fungos e outros microrganismos podem ocorrer, principalmente, em sementes que tenham o tegumento danificado. Teores de umidade entre 10-13% são razoáveis para a conservação de sementes em ambientes abertos, por períodos entre 6 a 8 meses (TOLEDO, 1977). Para o mesmo autor, ainda, se o objetivo é armazenar as sementes em embalagens impermeáveis e por longos períodos, é necessário reduzir o teor de umidade para 4-8%, ou mesmo menor e também não esquecendo que não só o teor de água, mas, também, a temperatura é fator determinante na velocidade das reações catabólicas que degradam as sementes.

De modo geral, em climas tropicais a umidade recomendada para armazenagem de sementes é de 12 ou 13%, pois umidade acima desses valores causa problemas, favorece a germinação e se dará um processo gradual do consumo de proteínas (WEBER, 1995). Segundo Peske & Villela (2003) para as sementes das espécies ortodoxas, o teor de água ideal é de 13% para o grupo das amiláceas e de 11 a 12%, para as oleaginosas.

2.2 TEMPERATURA NO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO

A temperatura média do ar ou do ambiente onde as sementes ficam armazenadas é outro fator que está diretamente ligado ao tempo em que estas sementes poderão ficar acondicionadas, mantendo as características fisiológicas ideais, ou seja, viáveis para serem semeadas. Este fator é inversamente proporcional ao teor de água presente nas sementes que serão submetidas ao armazenamento.

Dessa forma, sementes com um teor de água elevado devem ser armazenadas em ambientes com temperaturas menores para preservar suas características. Isto se deve porque em teores mais elevados de água, mais acelerado será o metabolismo (taxa respiratória), portanto, a temperatura atua diretamente sobre esse fator, diminuindo com a queda da temperatura ou acelerando em temperaturas mais elevadas de armazenamento.

Outro fator ligado à temperatura de armazenagem que afeta a qualidade das sementes é o ataque de microrganismos que pode ser induzido ao proporcionar temperaturas ótimas para o seu desenvolvimento. Para Peske & Villela (2003) sementes de oleaginosas podem ficar armazenadas por um período de 8 meses, sem grandes prejuízos à sua qualidade fisiológica se a temperatura da semente for inferior a 25°C, o que em muitas regiões do país em função do clima tropical não é possível ocorrer de forma natural. Com relação à temperatura, o armazenamento em condições frias (0° e 5°C) é considerado ideal para sementes. Apesar da baixa temperatura, não formam cristais de gelo se as sementes estiverem com umidade abaixo de 14% (PESKE & VILLELA, 2003).

Segundo alguns autores, trabalhos utilizando armazenagem de sementes de soja em baixas temperaturas têm apresentado bons resultados das condições

fisiológicas desse material. Demito & Afonso (2009), verificaram que as sementes resfriadas artificialmente e armazenadas sob temperaturas de 12 a 15 °C mantiveram o poder germinativo durante o armazenamento pelo período de 140 dias, conforme o padrão comercial (acima de 80%), segundo eles em razão das melhores condições de armazenagem justificadas pelos menores valores de temperatura durante o período de conservação.

Em outro trabalho, Smaniotto. et al. (2014), utilizando sementes de soja com diferentes teores de umidade iniciais (12, 13 e 14%) e diferentes temperaturas no ambiente de armazenagem (20 e 27°C), obtiveram os melhores resultados referente à qualidade fisiológica, no período de 180 dias, com umidade inicial das sementes e temperatura média de 12% e 20°C, respectivamente.

2.3 UMIDADE RELATIVA NO AMBIENTE DE ARMAZENAGEM

A umidade relativa do ar tem como definição uma relação entre a quantidade de vapor de água presente em uma temperatura específica e a quantidade máxima de vapor de água (umidade de saturação) que o ar pode conter nessa mesma temperatura, e é expressa em porcentagem (SILVEIRA, 2014). Como a umidade relativa do ar é proporcional à temperatura, podemos dizer que quando alteramos a temperatura para mais ou para menos e mantemos a mesma quantidade de vapor de água em um mesmo espaço, alteramos a umidade relativa do ar desse ambiente.

Pode-se dizer que a umidade relativa do ar é um dos fatores que mais influencia no período de armazenagem, pois quando atinge níveis altos pode aumentar o teor de água das sementes. Isso ocorre quando a umidade rompe o equilíbrio higroscópico das sementes, que é a capacidade dos grãos ganharem umidade (adsorção) ou perderem água para o ambiente (dessorção). Para Peske & Villela (2003) em teores de até 13% de umidade, a taxa respiratória é suficientemente baixa, não causando problemas. Já para a umidade do ar nos espaços entre as sementes deverá ser inferior a 75% (PESKE & VILLELA, 2003).

Outro fator que determina o teor de umidade em sementes quando atingem o equilíbrio higroscópico é a sua composição. Em umidade relativa do ar de 40%, as sementes das espécies denominadas amiláceas, ricas em amido e pobres em lipídeos como milho e trigo, por exemplo, entram em equilíbrio higroscópico com o ar

com 9,8 e 9,6% de umidade, respectivamente, já o grupo de espécies ricas em lipídeos, ao exemplo da soja, o equilíbrio ocorre com 7,1% de umidade, a 25°C de temperatura (PESKE & VILLELA, 2003).

Em um trabalho com armazenagem de sementes de soja, Bordignon (2009) avaliou germinação e alguns testes de vigor em sementes armazenadas de soja utilizando diferentes parâmetros de umidade relativa e temperatura, de forma fixa e em regime de intermitência, sendo que, os melhores resultados foram obtidos com umidade relativa de 74,1 % (classificada como baixa pelo autor) e 10°C de temperatura. Nesses parâmetros, as sementes se mantiveram com os mesmos percentuais de germinação e classificação de vigor por um período de até 6 meses do início dos tratamentos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, nos laboratórios multiuso I, III e IV onde ficam os equipamentos utilizados no experimento entre os dias 01 de julho à 01 de outubro de 2014.

3.1 MATERIAL VEGETAL.

O material vegetal utilizado no experimento foram sementes de soja Brasmax, Cultivar BMX Ativa, Categoria- C2 da safra 2013/14 cedidas gentilmente pela Coprossel – Cooperativa de produtores de Sementes, que possui em sua sede armazéns e uma UBS – Unidade Beneficiadora de Sementes, no município de Laranjeiras do Sul- PR. Essa cultivar, segundo catálogo da própria empresa, tem como período de início de semeadura para a região de Laranjeiras do Sul, a partir do dia 5 de novembro.

3.2 TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido com 4 tratamentos: Armazém**, Umidade relativa do ar de 50%, Temperatura de 13°C e Laboratório**. (**) - ambientes sem controle da temperatura e umidade relativa do ar.

Para o tratamento com umidade relativa do ar controlada foi utilizada uma minicâmara constituída por chapas galvanizadas com dimensões de 50X80X110 centímetros (Fot.5).

Para melhorar o controle da umidade relativa diminuimos o tamanho do equipamento usando uma placa de isopor com as mesmas dimensões de altura e largura do equipamento, deixando apenas um volume útil de 50X80X50 centímetros onde acondicionamos as repetições com as sementes de soja. A parte frontal da minicâmara foi fechada com uma placa de acrílico, onde é possível visualizar seu interior.

A minicâmara foi equipada em, seu interior, com um controlador psicométrico eletrônico (bulbo seco/bulbo úmido), modelo AHC- 80 *plus*, da empresa Full Gauge

(Fot.1). O psicrômetro foi ajustado para controlar a umidade relativa do ar em seu interior em 50% com uma variação de $\pm 1\%$.

Esse parâmetro foi determinado como o mínimo de umidade relativa que conseguimos controlar na minicâmara, com o sistema de desumidificação.

O psicrômetro eletrônico permite instalar duas saídas, nas quais forneciam corrente elétrica que acionava os sistemas de desumidificação ou o sistema de umidificação quando a umidade relativa do ar no interior da minicâmara estivesse fora do parâmetro estabelecido, que foi de 50% (Fot.3).

Para diminuir a umidade relativa no interior do equipamento, foram acondicionados, inicialmente, recipientes (bandejas) contendo sílica gel. O psicrômetro eletrônico (AHC- 80 *plus*) comandava um sistema de desumidificação, que era constituído de uma bomba de membrana e um reservatório (recipiente plástico com tampa rosqueável com capacidade de 1 litro) contendo sílica gel, ambos acoplados através de mangueiras de silicone à câmara, formando um circuito fechado (Fot.2).

O equipamento (AHC- 80 *plus*) foi ajustado de forma que quando a umidade relativa atingisse 51% acionava o sistema desumidificador, que passava a retirar o ar do interior da minicâmara fazendo com que esse mesmo ar entrasse em contato com a sílica gel e retornava para o interior do equipamento, porém, com menor umidade, até o interior da minicâmara atingir a umidade ajustada, que foi de 50% desligando, então, o sistema desumidificador.

A sílica gel, quando saturada, era secada com o uso de estufas a 105°C, por 40 minutos. O sistema de umidificação era composto de um Umidificador Ultrasônico doméstico, da marca ALLTON, que foi colocado no interior da minicâmara e era acionado, através de uma das saídas que forneciam corrente elétrica para o equipamento quando a umidade relativa do ar no interior da câmara atingisse níveis abaixo de 50%, sendo que, dessa forma, fornecia umidade para o interior da câmara até o parâmetro estabelecido (50%), quando então, o psicrômetro eletrônico, desligava-o.

Ao psicrômetro eletrônico (AHC- 80 *plus*) foi conectada, também, a INTERFACE CONV32, permitindo que o controlador da Full Gauge, a comunicação a um microcomputador (PC), controlando e arquivando os dados referentes à umidade relativa do ar durante o período do experimento (Fot.6).

Para evitar o acúmulo de CO₂ no interior da minicâmara com umidade relativa controlada e na câmara BOD, de forma que, os resultados não fossem mascarados, foram acondicionado, dentro de ambas, pequenas quantidades de cal acondicionadas em envelopes de papel.

Para o tratamento Temperatura a 13°C, foi utilizada uma câmara de germinação do tipo BOD que possui sistema automático de controle de temperatura ajustada em 13°C.

Para os tratamentos Armazém** e Laboratório** (sem controle da temperatura e umidade relativa do ar), as amostras de soja de um tratamento foram depositadas no laboratório da UFFS, onde ficava a minicâmara com umidade relativa controlada e outra no armazém da própria Coprossel, sendo que, esta última, tinha a finalidade de simular o ambiente em que a empresa armazena suas sementes.

As amostras de soja usadas nos tratamentos foram acondicionadas em pacotes de polipropileno trançado, cortados e selados para acondicionar ±400 gramas de sementes por amostra, colocadas sobre grades de madeira.

As análises da qualidade fisiológica das sementes foram realizadas antes do armazenamento e após 90 dias (final do armazenamento) sendo que, antes de realizar os testes, após o período de armazenagem, todas as sementes com suas referidas repetições ficaram por 15 dias armazenadas em um mesmo local (no armazém da Coprossel) para simular o período que pode existir entre a comercialização e o destino final destas sementes. Após essa etapa, cada repetição foi devidamente homogeneizada anterior à aplicação de cada teste.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: teor de umidade, germinação e vigor (peso da matéria seca da plântula, primeira contagem de germinação e condutividade elétrica). As análises de germinação foram conduzidas conforme BRASIL (2009) e para os testes de vigor foi utilizada a metodologia da ABRATES (1999).

Inicialmente, antes de submeter as sementes às diferentes condições de armazenagem foi determinado o teor de água em base úmida utilizando um medidor de umidade de grãos previamente ajustado para sementes e grãos de soja, modelo MOTONCO® e realizado novamente ao final dos tratamentos em forma de triplicata para cada repetição dos tratamentos e posteriormente efetuado a média aritmética dos valores de umidade fornecidos pelo equipamento.

3.3 TESTE DE GERMINAÇÃO

O teste de germinação tem como objetivo determinar o potencial máximo de germinação de determinado lote de sementes, que pode ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também ser usado para estimar o valor para semeadura em campo (BRASIL, 2009). O teste foi realizado utilizando 200 sementes (2 repetições de 100 sementes) por repetição de cada tratamento, utilizando como substrato papel “Germitest” com adição de água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso dos papéis. Utilizou-se 3 folhas de papel para cada teste, sendo duas na parte inferior onde foi depositado as sementes e outra para cobri-las. Posterior a isso, foram enrolados e acondicionados no germinador do tipo “Mangelsdorf” com temperatura ajustada em 25°C e efetuada a primeira contagem com 5 dias e a última com 8 dias do início do teste, conforme (BRASIL, 2009).

3.4 TESTE DE VIGOR – PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO

Esse teste baseia-se no princípio de que as amostras que apresentam maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem são mais vigorosas. No teste utilizam-se os mesmos procedimentos para o teste de germinação contando e retirando apenas as plântulas consideradas normais na primeira contagem, ABRATES (1999). No caso da soja, a primeira contagem ocorre com 5 dias, conforme, (BRASIL, 2009).

3.4.1 TESTE DE VIGOR - PESO DA MATÉRIA SECA DA PLÂNTULA.

Esse teste foi realizado utilizando 20 sementes para cada repetição. Utilizando-se dos mesmos princípios do teste de germinação, onde após 8 dias foram determinadas e contadas as plântulas consideradas normais, de cada repetição e, com o auxílio de um bisturi, retirados e excluídos os cotilédones de cada plântula. O restante das plântulas de cada repetição foi colocado em sacos de papel para efetuar a secagem em estufa à temperatura de 80°C por 24 horas. Após isso, colocados em dessecador para resfriarem e, posterior a isso, efetuado as referidas

pesagens em balança de precisão de 0,0001 gramas. Os resultados obtidos foram em miligramas por plântulas, de acordo com (ABRATES, 1999).

3.4.2 TESTE DE VIGOR – CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

O teste de condutividade elétrica foi realizado nas sementes de soja, segundo metodologia descrita por Vieira & Krzyzanowski (1999) sendo contadas e pesadas 4 sub-amostras com 50 sementes para cada repetição de cada tratamento. As amostras foram colocadas em copos plástico com capacidade para 180 ml e adicionados 75 ml de água deionizada com valores de condutividade elétrica entre 3-5 ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), com temperatura de 25°C e mantidas em um laboratório com temperatura ajustada em 25°C, durante 24h. Após esse período foi realizado a leitura da condutividade elétrica por meio de condutivímetro devidamente calibrado.

Os resultados foram obtidos dividindo o valor fornecido pelo condutivímetro pelo peso das amostras. Em razão de alguns tratamentos resultarem em teores de água abaixo de 10%, todos os tratamentos passaram por correção de seus valores que é dada pela fórmula: $CE=[0,3227+0,05115(TA)] \times CO$, onde CE= condutividade elétrica corrigida; TA= teor de água e CO= condutividade elétrica observada.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em forma de delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 6 repetições com peso médio de 400 gramas. Os dados passaram por análises estatísticas utilizando o programa ASSISTAT 7.7 Beta onde foram submetidos ao teste de Tukey à 5% de probabilidade de erros. Os dados expressos em porcentagem exceto os da umidade das sementes foram, primeiramente, transformados através da fórmula $\text{Arcsen} \frac{\sqrt{x}}{100}$ para após serem submetidos à análise estatística.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como pode-se observar na Tabela 1, as condições de tratamentos, resultaram em diferença significativa nos teores de umidade (médios), nas sementes, ao final do período de armazenamento.

A menor porcentagem de umidade foi observada nas sementes armazenadas na minicâmara com umidade relativa do ar controlada em 50%, sendo ainda, mais expressiva, essa diferença, em comparação ao teor de umidade registrado no início do armazenamento (13,4%). Isso se deve em razão da baixa umidade em que as sementes entraram em equilíbrio higroscópico com a umidade encontrado no interior da minicâmara com umidade relativa controlada que foi de 50%.

Conforme já descrito por Peske & Villela (2003), sementes mantidas sob condições de baixa umidade relativa do ar, apresentam baixos teores de água quando entram em equilíbrio higroscópico com o ambiente de armazenagem e esse teor de água é, ainda menor, quando se trata de sementes com alto teor de lipídeos, em razão de não ter afinidade pela água, ou seja, são hidrofóbicos.

As sementes armazenadas na câmara, tipo BOD a 13°C, apesar de apresentar uma média de umidade nas sementes de soja diferente à da câmara com umidade relativa controlada, também resultou em teores de água bem abaixo dos encontrados, inicialmente, podendo-se afirmar que, a umidade relativa média no interior desse equipamento, se manteve baixa, apesar de não ter sido controlada nem monitorada. Possivelmente a BOD mantém uma umidade relativa do ar baixa em função da sua refrigeração e volume ocupado pelas sementes.

O tratamento acondicionado no armazém da Coprossel foi o que manteve os maiores teores de água nas sementes ao final do experimento, isso, provavelmente em razão que esse ambiente de armazenagem proporciona umidades relativas, médias, superiores a 50%.

Tabela 1. Umidade (%) em base úmida de sementes de soja ‘Brasmax’ após 90 dias de armazenamento mais 15 dias sob condições de ambiente. Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

Tratamentos	Umidade das sementes (%)
Análise inicial	13,4
Armazém**	11,6 a*
Umidade Relativa de 50%	7,48 d
Temperatura de 13°C	7,98 c
Laboratório**	8,37 b
C.V. (%)	1,36

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Ambientes sem controle da umidade relativa e temperatura do ar.

Na Tabela 2 é possível observar que a aplicação dos tratamentos, nas sementes, Armazém e Umidade relativa do ar de 50% não se diferiram em porcentagem de germinação (plântulas normais) quanto ao nível de significância do teste aplicado. Porém, as sementes acondicionadas no armazém se mantiveram com a porcentagem de germinação mais próxima aos encontrados na análise inicial (início do armazenamento) e dentro dos padrões para a comercialização de sementes. O padrão, que é de no mínimo 80% (BRASIL, 2005), não foi encontrado no tratamento com umidade relativa do ar controlada em 50%, supondo que, ao contrário do que se esperava no início do experimento, o parâmetro de umidade relativa do ar em que foram submetidas as sementes de soja desse tratamento, não foi considerado o ideal, em específico, para essa condição.

Os tratamentos com temperatura de 13°C, umidade relativa de 50% e laboratório, não apresentaram diferenças estatísticas significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro do teste aplicado à suas médias. Uma provável explicação para esse fenômeno pode estar ligado aos teores de umidade das sementes de soja apresentados nos tratamentos ao final do armazenamento. Segundo Carvalho & Nakagawa (2000) sementes das espécies ortodoxas tem sua deterioração aumentada sob teores baixos de água. As macromoléculas que constituem as substâncias de reserva passariam a ficar diretamente expostas ao oxigênio do ar, ocasionando elevadas reações de oxidação e deteriorando as substâncias de reserva e provavelmente influenciaria no poder germinativo das sementes de soja.

Tabela 2. Porcentagem de germinação de sementes soja 'Brasmax' após 90 dias de armazenamento mais 15 dias sob condições de ambiente. Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

Tratamentos	Germinação (%)
Análise inicial	86,0
Armazém**	83,43 a*
Umidade relativa de 50%	78,48 ab
Temperatura de 13°C	75,81 b
Laboratório	73,53 b
C.V.(%)	3,86

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Ambientes sem controle da umidade relativa e temperatura do ar.

No teste de vigor, entre as médias encontradas, os tratamentos armazém e umidade relativa do ar de 50% apresentaram os melhores valores e não se diferenciaram ao nível do teste. As menores médias foram encontradas nos tratamentos em BOD a 13°C e laboratório que também não se diferenciaram entre si, sendo que estas, da mesma forma, não se diferenciaram do tratamento com umidade relativa controlada em 50%, conforme demonstrado na tabela 2. Deve-se ressaltar que as médias seguiram o mesmo padrão do teste de germinação demonstrados na tabela 1. Com isso, nesse caso, é possível afirmar que, se houve influência de fatores que interferiram na porcentagem de germinação das sementes de soja, acabaram interferindo, também, nos resultados desse teste de vigor, porém, isso ocorre com baixa frequência. Para Filho (1999), os testes de vigor foram desenvolvidos para proporcionar informações adicionais ao teste de germinação, não para substituí-lo, podendo ocorrer com frequência, lotes de sementes com ótimos poder germinativos e baixos valores em alguns testes de vigor, ou vice e versa, nos quais podem proporcionar resultados diferentes entre os obtidos em laboratório e os apresentados a campo.

Outro fator observado, com os dados do teste de vigor, é a grande diferença das porcentagens de plântulas normais, obtidas entre os tratamentos, em relação ao teste de primeira contagem de germinação, no qual foi aplicado no início do período de armazenagem. Isso indica que houve perda considerável de vigor das sementes, possivelmente provocados pelas condições de ambiente em que as sementes foram submetidas durante o período de armazenagem.

Tabela 3. Porcentagem de germinação, na primeira contagem, em sementes de soja 'Brasmax' após 90 dias de armazenamento mais 15 dias sob condições de ambiente. Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

Tratamentos	Germinação na primeira contagem (%)
Análise inicial	75,0
Armazém**	39,38 a*
Umidade relativa de 50%	35,03 ab
Temperatura de 13°C	34,08 b
Laboratório**	32,21 b
C.V.%	7,88

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Ambientes sem controle da umidade relativa e temperatura do ar.

Os resultados do teste de vigor através de condutividade elétrica, observados na Tabela 4, classificaram as sementes submetidas em ambiente de laboratório e ambientes controlados, umidade relativa e temperatura, como os que apresentaram os melhores resultados, ou seja, menores valores de compostos lixiviados na solução de embebição medida pelo condutivímetro. Isso supõe que, as sementes desses tratamentos tiveram uma melhor capacidade de regeneração de suas membranas no momento em que foram submetidas em solução de água deionizada, pelo qual se caracteriza o teste Vieira & Krzyzanowski (1999). As médias dos tratamentos com sementes acondicionadas sem controle da temperatura e umidade relativa do ar, também não se diferenciaram estatisticamente ao nível de probabilidade de erro em que as médias foram submetidas. Isso pode ter ocorrido em razão, de que, estas sementes estavam acondicionadas em um ambiente onde as variações de temperatura e umidade relativa do ar não ocorriam nas mesmas proporções que ocorreram no ambiente de armazém, o que poderia ocasionar perda e ganho alternado de umidade nas sementes, alterando, dessa forma, as membranas celulares responsáveis em conter a lixiviação de solutos para a solução da água.

Pode ser observado, também, uma diferença expressiva nos valores de leitura da condutividade elétrica, obtidos na análise inicial e ao final dos tratamentos, apontando, dessa forma, que houve alterações consideráveis nas membranas celulares das sementes de soja nos diferentes tratamentos, podendo estes, terem sido ocasionados pelo período de armazenagem, conforme observado na Tabela 4, abaixo.

Tabela 4. Condutividade elétrica $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes de soja 'Brasmax' após 90 dias de armazenamento mais 15 dias sob condições de ambiente. Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

Tratamentos	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
Análise inicial	47,27
Armazém**	76,48 b
Umidade relativa de 50%	67,49 a*
Temperatura de 13°C	66,42 a
Laboratório**	70,73 ab
C.V.%	6,92

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Ambientes sem controle da umidade relativa e temperatura do ar.

Para o teste de vigor, massa seca por plântula, não se observou diferença entre as médias dos tratamentos, como demonstrada na tabela 5. Isso pode ser atribuído em razão do teste ser efetuado de forma a dividir o peso de massa seca obtido, pelo número de plântulas normais contabilizadas em cada tratamento. Isso leva a crer, que as sementes que germinaram e foram consideradas plântulas normais, aparentemente, possuíam vigor semelhante.

Portanto, a determinação de diferentes níveis de qualidade fisiológica em sementes em que se aplica esse teste de vigor e também outros, deve ser comparada, também, sempre, com a porcentagem de germinação de cada lote, ou nesse caso, com o percentual médio germinativo de cada tratamento.

Tabela 5. Miligramas de massa seca por plântula de sementes de soja 'Brasmax' após 90 dias de armazenamento mais 15 dias sob condições de ambiente. Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

Tratamentos	Massa seca por plântula ($\text{mg}\cdot\text{plântula}^{-1}$)
Análise inicial	37,04
Armazém**	39,09 a
Umidade relativa de 50%	38,82 a
Temperatura de 13°C	39,50 a
Laboratório**	38,91 a
C. V.	4.68

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Ambientes sem controle da umidade relativa e temperatura do ar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do armazenamento foram observados diferentes teores de água entre as sementes submetidas aos tratamentos nos distintos ambientes, sendo que, a minicâmara com umidade relativa do ar controlada em 50%, proporcionou o menor valor de umidade nas sementes.

Os melhores percentuais de germinação foram observados nas sementes submetidas ao armazém e a umidade relativa do ar controlada em 50%. Este não se diferenciou dos demais tratamentos e as sementes não alcançaram os padrões mínimos de germinação para a comercialização.

O teste de vigor com a metodologia da primeira contagem de germinação classificou os tratamentos com resultados semelhantes aos de germinação.

Os tratamentos com temperatura e umidade relativa do ar controlada e laboratório obtiveram os melhores resultados, sendo que este também não se diferenciou do tratamento armazém.

Os tratamentos não apresentaram diferenças nas suas médias pelo teste de massa seca por plântula.

Diante disso, pode-se afirmar que a temperatura e umidade relativa do ar média do local (normal climatológico) de armazenagem tem grande influência na manutenção da qualidade das sementes de soja.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS, L. **Conjuntura de soja 2013**. Conab. Ministério da Agricultura e Pecuária.

Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Soja/20RO/Apresentacao_Conjuntura_soja.pdf> Acesso em 02 de jun. de 2014.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. **Padrões para produção e comercialização de sementes de soja**. Diário Oficial da União, nº 243 de 20.12.05. Disponível em <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padroes_soja.pdf>. Acesso em 14 de Nov.2014.

BORDIGNON, B. C. S. **Relação das condições de armazenamento com qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja**. Universidade Federal de Santa Maria. 2009. 90 p. Dissertação (mestrado). Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. v. 1, n. 9. Brasília: CONAB, 2013. p 68. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_06_10_12_12_37_boletim_graos_junho_2014.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2014.

DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, MG, v.17, n.1, 7-14 Jan./Fev., 2009. Disponível em <<http://www.agrolink.com.br/downloads/128572.pdf>>. Acesso em 10 de set. de 2014.

FILHO, J. M. Teste de vigor: Importância a Utilização. **VIGOR DE SEMENTES: Conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, 1999, 218p.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Soja - Área e Produção por região administrativa da SEAB - 2008 a 2012**. SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO - SEAB DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL – DERAL. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Tab_prod_ver__1.pdf>. Acesso em 15 de jul. de 2014.

MOREIRA, N.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4^a. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Pelotas, RS, Brasil, 2003. Cap.5. Umidade das sementes.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windown. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4,n1, p71-78, 2002.

SILVEIRA, F. L. UFRGS. **Centro de Referência para o Ensino de Física**. Instituto de Física. Disponível em:<<http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=711>>. Acesso em: 10 de out. 2014.

SMANIOTTO, T. A. de S. et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.4, p.446–453, 2014. Disponível em<<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n4/v18n04a13.pdf>>. Acesso em 12 de set. de 2014.

TOLEDO, F. de F. **Manual das sementes**: Tecnologia da produção. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1977.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Teste de condutividade elétrica**. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (ed.). Vigor de sementes: Conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.4, p.1-26.

WEBER, E. A. **Armazenagem Agrícola**. Porto Alegre: Kepler Weber Industrial, 1995. 400 p.

LISTA DE FOTOGRAFIAS



Fotografia 1. Psicrômetro eletrônico da marca Full Gauge.



Fotografia 2. Sistema de desumidificação (bomba de membrana, tubos e reservatório com sílica gel).



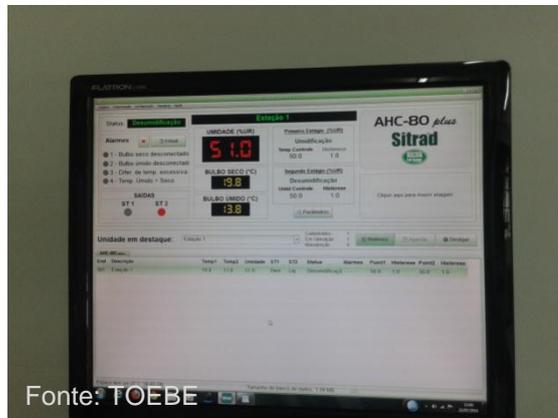
Fotografia 3. Fios que alimentam os sistemas de desumidificação e umidificação da minicâmara.



Fotografia 4. Sistema de desumidificação e umidificação em fase de testes.



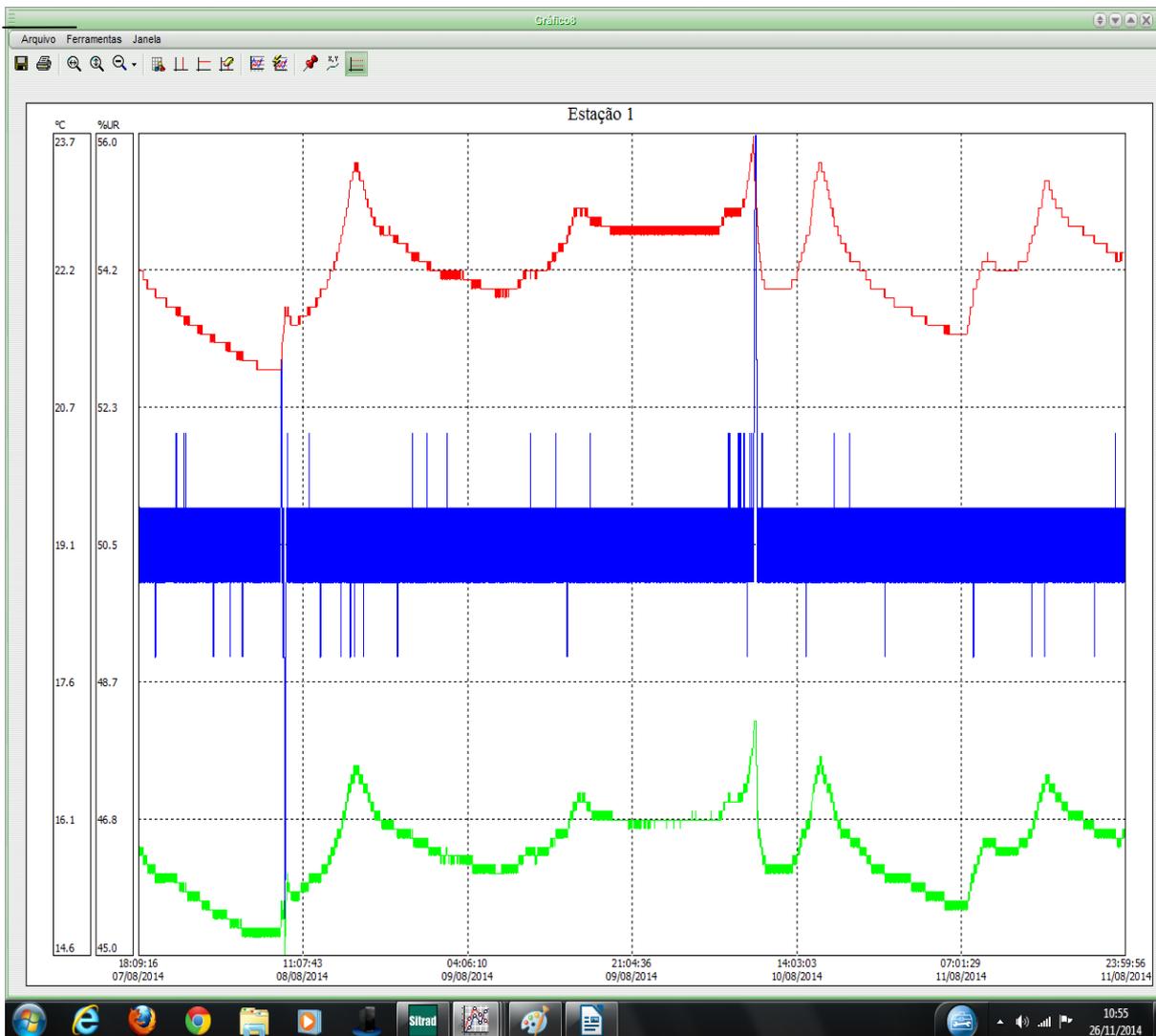
Fotografia 5. Psicrômetro já montado no interior da minicâmara.



Fotografia 2. Monitoramento e arquivo de dados do ambiente na minicâmara em um computador.

APÊNDICE A- Gráficos

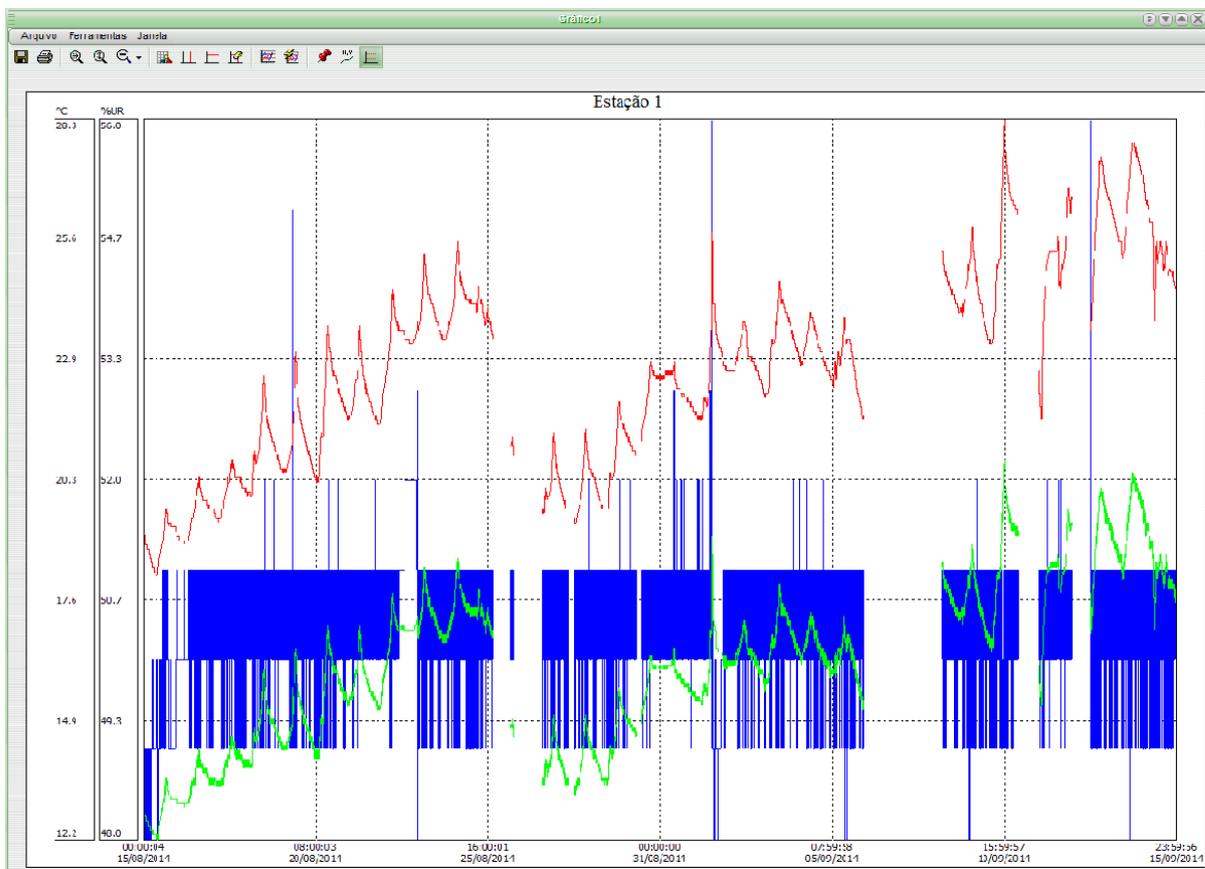
Gráfico gerado pelo psicrômetro eletrônico (AHC- 80 *plus*) durante parte do período de armazenagem.



Fonte: TOEBE

— Temp. bulbo seco. — Temp. bulbo úmido. — Umidade relativa.

Gráfico gerado pelo psicrômetro eletrônico (AHC- 80 *plus*) durante parte do período de armazenagem.



Fonte: TOEBE

— Temp. bulbo seco. — Temp. bulbo úmido. — Umidade relativa.