

HAGATA SIQUEIRA HENNIPMAN

QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Araucaria
angustifolia* (Bert.) O. Kuntze SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Figueredo dos Santos

Co-orientadores: Prof. Dr. Celso Garcia Auer
Dra. Elisa Serra Negra Vieira

CURITIBA
2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **HAGATA SIQUEIRA HENNIPMAN**, sob o título "**QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Kuntze SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 30 de Novembro de 2012.

Professora Dra. Louise Larissa May De Mio
Coordenadora do Programa

Professora Dra. Daniela Cleide Azevedo de Abreu
Primeira Examinadora

Dra. Elisa Serra Negra Vieira
Segunda Examinadora

Dr. Alvaro Figueredo dos Santos
Presidente da Banca e Orientador

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer acima de tudo Deus por me abençoar e guiar todo meu caminho com sabedoria e força de vontade de vencer em todos os obstáculos da vida.

Aos meus pais Suzana e Ernesto que me apoiaram, depositaram toda confiança em mim e me ensinaram a viver com dignidade, humildade e responsabilidade, que sempre se dedicaram inteiramente para felicidade de seus filhos e terem nos proporcionado a maior das heranças que poderiam ter deixado, a educação.

Aos meus irmãos Alex e Pamela pelo amor, apoio, paciência e conselhos para minha felicidade pessoal e profissional.

Aos meus orientadores, Álvaro Figueredo dos Santos e Elisa Serra Negra Vieira, por acreditarem em minha capacidade, pela colaboração, incentivo, paciência e seus conhecimentos repassados durante todo o desenvolvimento do trabalho.

À professora Louise Larissa May de Mio que me acolheu e ajudou no momento em que entrei como aluna especial na pós graduação.

Ao pesquisador da Embrapa Florestas Celso Garcia Auer e ao professor Doutor Carlos Antônio Inácio da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela a identificação do fungo *Schizophyllum commune*

Aos técnicos Carolina e David do Laboratório de Patologia Florestal e Adilson do Laboratório de Sementes Florestais, por toda ajuda, paciência, e amizade durante todo meu trabalho.

Aos amigos especiais que fiz na Embrapa Florestas, pela ajuda, convivência e a amizade.

Aos amigos especiais da Pós Graduação pelo ombro amigo, apoio e conselhos nas horas mais difíceis tanto na vida pessoal quanto profissional.

A secretária do Departamento de Pós Graduação, Lucimara por toda paciência, auxílio, e dedicação.

A todos os professores da Pós Graduação que contribuíram para os meus conhecimentos e crescimento profissional.

A Universidade Federal do Paraná, que me proporcionou a oportunidade de cursar Pós-graduação em curso de excelência como o Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal.

A Embrapa Florestas que me acolheu, financiou e ofereceu toda estrutura de excelente qualidade para realização do meu projeto.

A REUNI pela concessão de bolsa de estudos no período de setembro de 2010 a janeiro de 2012.

À CAPES pela concessão de bolsa de estudos no período de fevereiro a julho de 2012.

E a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho, acreditaram em mim e torceram pelo meu sucesso.

RESUMO

No Brasil, a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze se constitui no único representante nativo do gênero, com importância ecológica e sócio-econômica no sul do país. Porém encontra-se em risco de extinção. Sua semente é classificada como recalcitrante, necessitando ser armazenada sob condições controladas de temperatura, umidade relativa e teor de água a fim de se obter maior longevidade. Outro aspecto importante refere-se a qualidade sanitária das sementes de araucária. A qual é drasticamente prejudicada pela elevada umidade das sementes e causa proliferação de fungos, podendo depreciar a qualidade de mudas. Esse fator possui uma especial importância, principalmente quando se trata de espécies florestais que apresentam oscilações de produção de sementes. No mercado não há produtos químicos registrados para o tratamento de sementes florestais, possibilitando com isso, o uso de produtos alternativos como o hipoclorito de sódio. Este trabalho teve como objetivos avaliar a qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio (0,5%, 1% e 3%) e submetidas a diferentes períodos de armazenamento (2, 4, 6, 8, 12 meses). Foram realizados testes de germinação, vigor e sanidade. Houve interferência do tratamento, atrasando a germinação das sementes, porém, sementes tratadas, independente da concentração usada, apresentaram germinação e emergência das plântulas evidenciando a eficiência do tratamento com hipoclorito de sódio. As sementes tratadas apresentaram menor incidência de fungos, principalmente aqueles de armazenamento como *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp.. Após um ano de armazenamento, sementes que não foram tratadas apresentaram infecção por *Schizophyllum commune*, que causando apodrecimento das sementes impedindo sua germinação.

Palavras-chave: Araucária. Germinação. Vigor. Patologia de sementes.

ABSTRAT

In Brazil, the *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze is the only native representative of the genus, important ecological and socio-economic in the southern region, but at risk of extinction. The seed are classified as recalcitrant, needing controlled condition of temperature, humidity and water content to their greater longevity. Another important aspect is the sanitary quality of Araucaria seeds, that hampered high seed moisture, causing proliferation of fungi and may impair the quality of seedlings. This factor has a special importance, when the forest species has oscillation of seed production. Commercially, there are not chemicals registered for the treatment of forest seeds, there is the alternative of products such as sodium hypochlorite. The objectives of this study was to evaluate the sanitary quality of Araucaria seeds treated with different concentrations of sodium hypochlorite (0,5%, 1% and 3%) storage at different periods (2, 4, 6, 8, 12 months). Germination, vigor and health tests were conducted. There was treatment interference, delayed seed germination, however seeds treated, independent of the concentration, have germination and seedling emergence which demonstrated the effectiveness of treatment with sodium hypochlorite. The seeds treated showed lower fungal incidence, especially when storage with *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp.. After one year of storage, untreated seeds were infected by *Schizophyllum commune*, causing seed rot and avoiding germination.

Keywords: Araucaria. Germination. Vigor. Seed Pathology.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i> (BERTOLINE) OTTO KUNTEZE	17
2.2 SEMENTES FLORESTAIS	17
2.3 CONSERVAÇÃO DE SEMENTES RECALCITRANTES	19
2.4 QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES	24
2.4.1 QUALIDADE FISIOLÓGICA	24
2.4.2 QUALIDADE SANITÁRIA	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL	27
3.1.1 OBTENÇÃO DAS PINHAS	27
3.1.2 EXTRAÇÃO DOS PINHÕES	27
3.2 ANÁLISE FÍSICA	28
3.3 TRATAMENTO DE SEMENTES	29
3.4 ANÁLISES FISIOLÓGICAS	29
3.4.1 GERMINAÇÃO	29
3.4.2 TESTES DE VIGOR	30
3.4.2.1 PRIMEIRA CONTAGEM	30
3.4.2.2 COMPRIMENTO DE RADÍCULA	31
3.4.2.3 EMERGÊNCIA EM CANTEIRO	31
3.4.2.3 ALTURA PARTE AÉREA	31
3.5 QUALIDADE SANITÁRIA	31
3.5.1 “BLOTTER TEST” OU MÉTODO DO PAPEL FILTRO.....	32
3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	33
4 RESULTADOS	34
4.1 TEOR DE ÁGUA – ANÁLISE FÍSICA	34
4.2 QUALIDADES FISIOLÓGICAS	35
4.2.1 PRIMEIRA CONTAGEM	35
4.2.2 GERMINAÇÃO	38
4.2.3 COMPRIMENTO DE RADÍCULA	40
4.3 QUALIDADE SANITÁRIA	41

4.4 ALTURA DE PLÂNTULA EM CANTEIRO E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA	53
5 CONCLUSÕES	58
6 REFERÊNCIAS	59
7 APÊNDICE	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sementes de araucária armazenadas em embalagem de polietileno (A) e em câmara de armazenamento (B). Sementes durante o teste de teor de água (C); Sementes com a extremidade cortada para a instalação dos testes de germinação e vigor	28
Figura 2- Sementes de araucária semeadas em vermiculita durante o teste de germinação (A) e armazenadas em câmara de incubação- BOD (B)	30
Figura 3 – (A) Sementes de araucária semeadas em vermiculita em casa de vegetação; (B) plântulas de araucária; (C) Início do desenvolvimento da parte aérea em semente de araucária; (D) parte aérea de araucária	32
Figura 4 – Prateleira com os gerbox acondicionados (A) e sementes colocadas em caixa de acrílico do tipo gerbox pelo método Blotter test (B)	33
Figura 5 – Sementes de araucária classificadas em normal, anormal e morta durante o teste de primeira contagem	35
Figura 6 – Germinação médias (%) na primeira contagem de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por 12 meses	36
Figura 7 – Germinação média (%) de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por até 12 meses	39
Figura 8 – Média do comprimento de radícula de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por até 12 meses	41
Figura 9 – Incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio nas concentrações 0,5%; 1%; 3%, e testemunha, armazenadas por 0, 6 e 12 meses	47
Figura 10 – Incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio nas concentrações 0,5%; 1%; 3%, e testemunha, armazenadas por 0, 6 e 12 meses	48
Figura 11 – Início de desenvolvimento de fungos em sementes de araucária (A); semente de araucária totalmente contaminada por fungos de armazenamento (B); Picnídios de <i>Phoma</i> na parte externa da semente de araucária (C)	48
Figura 12 – Incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio nas concentrações 0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por 2, 4, 6 e 8 meses, que não germinaram no teste de germinação	49
Figura 13 – Incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio nas concentrações 0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por 2, 4, 6 e 8 meses, que não germinaram no teste de germinação	50

Figura 14 - Estrutura de fungos detectados em sementes de araucária: <i>Penicillium</i> sp (A); <i>Pestalotiopsis</i> sp (B); <i>Aspergillus</i> sp (C)	52
Figura 15 - <i>Schizophyllum commune</i> em sementes de araucária aos 12 meses de armazenamento (A, B, C, D, E, F)	52
Figura 16 - <i>Schizophyllum commune</i> em sementes de araucária durante teste de germinação (A); <i>Schizophyllum commune</i> em sementes de araucária em canteiro em casa de vegetação (B, C)	53
Figura 17 – Altura média (%) parte aérea de plântula de araucária tratadas com hipoclorito de sódio 0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por até 12 meses	54
Figura 18 – Plântulas de araucária sem tratamento com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses	55
Figura 19 – Escala de desenvolvimento de semente de araucária tratadas com 3% de hipoclorito de sódio e armazenadas por seis meses	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Grau de umidade das sementes (S) e do embrião (E) de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses	34
Tabela 2- Contrastes ortogonais para a variável primeira contagem de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses - Colombo PR	36
Tabela 3 - Contrastes ortogonais para a variável germinação de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio sem armazenamento - Colombo PR	38
Tabela 4 - Contrastes ortogonais para a variável comprimento de radícula de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por até oito meses – Colombo, PR	40
Tabela 5 - Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio sem armazenamento - Colombo – PR	42
Tabela 6- Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por seis meses - Colombo – PR	44
Tabela 7 - Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses - Colombo – PR	46
Tabela 8– Média (cm) altura de plântulas de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses - Colombo PR	55
Tabela 9 – Médias de índice de velocidade de emergência e emergia de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses	56
Tabela 10 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para as variáveis primeira contagem, germinação e comprimento de radícula de sementes de araucária em função dos tratamentos com hipoclorito de sódio - Colombo PR	65
Tabela 11- Porcentagem de germinação na primeira contagem de sementes de araucária tratadas e armazenadas por até 12 meses	66
Tabela 12 – Germinação média (%) de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por até 12 meses	66
Tabela 13. Valores da análise de deviance, para as variáveis primeira contagem e germinação, e ANOVA para a variável comprimento de radícula, de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas - Colombo PR	67

Tabela 14 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio sem armazenamento - Colombo – PR	67
Tabela 15 - Análise de deviance da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e sem armazenamento - Colombo-PR	68
Tabela 16 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses - Colombo – PR	68
Tabela 17 - Análise de deviance da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses - Colombo-PR	69
Tabela 18 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses - Colombo – PR	69
Tabela 19 - Análise de deviance da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses - Colombo-PR	69
Tabela 20 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 2 meses	70
Tabela 21 - Análise de deviance da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 2 meses - Colombo-PR	70
Tabela 22 - Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 2 meses - Colombo – PR	70
Tabela 23 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 4 meses	71
Tabela 24 - Análise de deviance da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 4 meses - Colombo-PR	71
Tabela 25 - Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 4 meses - Colombo – PR	71
Tabela 26 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses	71
Tabela 27 - Análise de deviance da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses - Colombo-PR	72

Tabela 28- Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses - Colombo – PR	72
Tabela 29 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 8 meses	73
Tabela 30 - Análise de deviance da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 8 meses - Colombo-PR	73
Tabela 31 - Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses - Colombo – PR	73
Tabela 32- Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para altura em função dos tratamentos	74
Tabela 33 - Valores de ANOVA para a variável altura de plântula em função dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenamento por 0, 6 e 12 meses - Colombo PR	74

LISTA DE SIGLAS

ANOVA – Análise de variância

IVE – índice de velocidade de emergência

IVG – índice de velocidade de germinação

NaClO – Hipoclorito de sódio

UR – umidade relativa

% - porcentagem

°C - Graus Celsius

1 INTRODUÇÃO GERAL

A araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol) O. Kuntze) é uma espécie florestal que faz parte do Bioma a Mata Atlântica. Essa espécie já representou, durante o século XX, cerca de 35% da cobertura vegetal das florestas nos estados do Sul do Brasil. Atualmente estima-se que os remanescentes ocupem entre 1- 4% da área original (LIMA e CAPOBIANCO, 1997).

Segundo Campanili e Prochnow (2006) calcula-se que cerca de 100 milhões de árvores da espécie foram derrubadas colocando a araucária em risco extinção, e devido a exploração, ocorreu a redução da floresta a 5% de sua área original, e do que restou, apenas 0,7% pode ser considerado como áreas primitivas. A atual legislação impede a exploração da araucária (ANSELMINI *et al.*, 2006), proibindo o corte da madeira, voltado o foco para a comercialização de sua semente.

O pinheiro brasileiro ou araucária, símbolo do estado do Paraná, teve sua exploração intensificada devido, ao seu valor econômico, madeireiro, resinífero, colocando-a na lista de espécies em extinção pelo IBAMA (1992). Além disso, trata-se de uma espécie de grande importância ambiental, pois sua semente, o pinhão, é a principal fonte de alimento no inverno, para animais. Por se tratar de uma espécie pioneira, a araucária funciona como uma “proteção” para o crescimento de espécies na floresta como a canela sassafrás (*Ocotea pretiosa*), a canela-preta (*Ocotea catarinenses*) e a imbuia (*Ocotea porosa*) (CARVALHO, 1994).

As sementes de araucária são recalcitrantes, ou seja, não sofrem secagem natural na planta matriz sendo assim liberadas com alto grau de umidade, que se for reduzido a um nível crítico, acarretará na rápida perda de viabilidade, podendo chegar até a morte da semente (MENDONÇA e DIAS, 2000). Devido a essas características torna-se um problema seu armazenamento. Sob condições de alta umidade as sementes sofrem um estímulo para a germinação além favorecer um maior ataque de microrganismos. Isso poderia ser reduzido com o uso de baixas temperaturas, porém se torna limitado, pois esse tipo de semente sofre danos por temperaturas próximas ou abaixo de zero (NEVES, 1994). Precisa-se estudar a melhor forma de armazenamento dessas sementes para que essas apresentem excelentes qualidades e possam ser usadas por viveiristas. As sementes de araucária perdem totalmente a viabilidade no período de até 6 meses após a maturação, constituindo uma limitação aos programas de reflorestamento, os quais exigem sementes com boa qualidade fisiológica (FOWLER, BIANCHETTI e ZANON, 1998).

O sistema de produção de mudas, de espécies florestais, tem se mostrado uma atividade fundamental no processo produtivo, para o qual devem ser destinados cuidados na germinação, redução de choques de transplante e no procedimento de condução de mudas, visando um melhor aproveitamento de seu potencial, porém, essa produção apresenta uma série de restrições, principalmente de origem sanitária devido ao grande número de patógenos associados as sementes e, posteriormente nas mudas resultantes (MUNIZ *et al.*, 2007).

Para grandes culturas como soja e milho, Machado (2000) relatou que a associação de sementes com microrganismos constitui uma preocupação cada vez maior, principalmente em países tropicais, onde condições climáticas mais diversificadas fazem com que o número maior de problemas torna-se imprevisível. Contudo, para a maioria das espécies arbóreas nativas da floresta Atlântica, são escassas as informações sobre a ocorrência de fungos potencialmente patogênicos as sementes, tanto interna quanto externamente (SANTOS *et al.*, 2001).

As sementes podem ser atacadas por microrganismos no campo ou nas operações de colheita, secagem, beneficiamento, o que pode afetar sua qualidade reduzindo sua capacidade germinativa e/ou causando tombamento de plântulas recém emergidas (CARNEIRO, 1995)

São poucos os trabalhos com sementes recalcitrantes, isso ocorre principalmente devido a dificuldade para o armazenamento desse tipo de sementes. As sementes de araucária apresentam curta longevidade natural e, portanto se enquadram na classificação de sementes recalcitrantes (CARVALHO, 1994). A araucária apresenta cerca de 50% de grau de umidade quando atingem a maturação, nessa fase também atingem alta porcentagem de germinação, mas ao desligar-se da planta mãe sofrem desidratação e seu poder germinativo decresce rapidamente (SALOMÃO *et al.*, 1994).

Portanto este presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de araucária tratadas com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio e armazenadas pelo período de até um ano. Os objetivos específicos foram: a) Avaliar a germinação e o vigor das sementes submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio e épocas de armazenamento, em laboratório e casa de vegetação; b) Detectar e identificar fungos nas sementes submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio e épocas de armazenamento e c) avaliar a transmissão de fungos das sementes para as plântulas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Araucaria angustifolia* (Bertoline) Otto Kuntze

A *Araucaria angustifolia* (Bertoline) Otto Kuntze (descrita cientificamente pelo naturalista europeu Antonio Bertoline) também conhecida como pinheiro araucária, pinheiro do Paraná, pinheiro brasileiro (CARVALHO, 1994) já foi considerada a conífera nativa de maior expressão econômica do país. É uma espécie símbolo do Paraná, nativa da floresta Ombrófila Mista que ocupava uma extensão aproximada de 200 mil km², sendo que nos estados do Sul do Brasil cobria 40% da superfície no estado do Paraná, em Santa Catarina 30% e no Rio Grande do Sul ocupou 25% de seu território (KOCH e CORRÊA, 2002).

Segundo Carvalho (1994) a araucária é uma espécie dióica, ou seja, existem árvores masculinas e femininas, é raro encontrar árvore monóica, e quando ocorre pode ser devido a traumas ou doenças, com flores unissexuadas. Segundo esse mesmo autor, o pinheiro do Paraná produz anualmente cerca de 40 pinhas, chegando a atingir até 200 pinhas por planta. Quando plantado, árvores isoladas iniciam a produção de pinhões entre 10 e 15 anos; porém, em povoamentos, a produção dá-se a partir de 20 anos. A maturação da pinha caracteriza-se pelo término do seu desenvolvimento, e ocorre em diferentes épocas, dependendo da variedade e do local. O pinhão é uma semente que leva dois anos para amadurecer (DAVID e SILOCH, 2008).

2.2 SEMENTES FLORESTAIS

Espécies florestais nativas apresentam dificuldades na produção de sementes devido a alguns fatores como: sazonalidade de florescimento; distância dos indivíduos; irregularidades de fatores climáticos que interferem no florescimento, polinização e frutificação (HIRANO, 2004), irregularidade na produção de sementes, por ano e por indivíduo, podendo manifestar-se de diversas formas: espécies que produzem anualmente ou em intervalos irregulares;

espécies que apresentam longos períodos sem produção entre os anos produtivos; e as espécies que ocorrem anos com picos de produção seguidos de períodos de produção irregular (AGUIAR; PINÃ-RODRIGUES e FIGLIOLIA, 1993).

Há uma classificação das sementes em ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias. Sementes ortodoxas sofrem um processo de secagem durante sua maturação dentro do fruto e são liberadas pela planta matriz ou colhidas com 20% a menos de água. Posteriormente podem sofrer uma secagem artificial até 2% a 5% de umidade que juntamente com a diminuição da temperatura aumenta assim seu período de viabilidade (NEVES, 1994). Roberts (1973) denominou este tipo de comportamento como ortodoxo, ocorrendo na maioria das espécies de clima temperado. Sementes recalcitrantes não sofrem secagem natural na planta mãe sendo liberadas com alto grau de umidade. Se esta umidade for reduzida abaixo de um nível crítico, sendo este geralmente alto, durante o armazenamento, ocorrerá a morte (NEVES, 1994) mesmo quando a umidade for mantida em nível adequado durante o armazenamento, sua longevidade é curta.

Sementes recalcitrantes são produzidas por dois tipos de plantas, aquelas de ambientes aquáticos e as plantas perenes. Nas sementes originárias de plantas aquáticas não ocorre secagem natural, o segundo grupo são sementes de plantas perenes. Este último grupo provavelmente adotaram uma estratégia de sobrevivência em que as sementes são produzidas em intervalos regulares as quais caem em ambientes relativamente úmidos, (MENDONÇA e DIAS, 2000). Estes autores ainda afirmam que espécies recalcitrantes que possuam menor período de viabilidade são originárias de regiões tropicais úmidas, onde há um ambiente adequado, aproximadamente constante ao longo do ano, para a germinação das sementes, e que geralmente não apresentam dormência, já as espécies recalcitrantes provenientes de regiões temperadas, frequentemente apresentam algum tipo de dormência que esta quase sempre relacionada com exigência a frio, esta característica permite que estas permaneçam viáveis até que as condições adversas acabem.

Farrant *et al.*, (1988) classificou as sementes recalcitrantes, de acordo com a sua origem, em:

- Pouco recalcitrantes: são sementes que suportam maior perda de água, permanecendo altamente viáveis sob essa condição, uma vez que as mudanças bioquímicas as quais as sementes são submetidas no período germinativo são, geralmente, muito lentas, o que favorece a permanência da viabilidade por maiores períodos, desde que não ocorra a desidratação a níveis extremos. Estas espécies possuem distribuição tropical ou temperada, onde as condições ambientais nem sempre favorecem o crescimento das plântulas.

- Moderadamente recalcitrantes: são originárias dos trópicos, conservam-se viáveis por várias semanas, se o teor de água for mantido alto, e germinam mais rapidamente que as sementes pouco recalcitrantes, sendo capazes de suportar temperaturas baixas, porém acima de zero.
- Altamente recalcitrantes: nessas sementes, a germinação acontece imediatamente após a liberação pela planta matriz sendo esta germinação muito rápida. A perda de umidade tolerada por essas sementes é muito pequena bem como o período que suportam o armazenamento. São espécies de ambientes aquáticos e florestas tropicais com elevada umidade durante todo o ano.

As sementes de *A. angustifolia* apresentam curta longevidade natural e, portanto se enquadram na classificação de sementes recalcitrantes (CARVALHO, 1994). São sementes que apresentam elevado teor de água ao se desprenderem da planta mãe, isso ocorre no final da maturação, e morrem quando seu grau de umidade é reduzido a valores abaixo do seu nível crítico que pode variar de 15 a 50% (MEDEIROS e EIRA, 2006). A araucária apresenta cerca de 50% de grau de umidade quando atingem a maturação, nessa fase também atingem alta porcentagem de germinação, mas ao desligar-se da planta mãe sofrem desidratação e seu poder germinativo decresce rapidamente (SALOMÃO *et al.*, 1994), essas características são típicas de semente recalcitrante, que exige uma redução no tempo do seu armazenamento, sendo favorável realizar sua dessecação.

Por ser uma das mais importantes propriedades da semente, sendo um fenômeno necessário ao ciclo de vida da planta, a dessecação serve como estratégia de adaptação que permite a sobrevivência da semente durante o armazenamento, sob condições estressantes do ambiente e assegura a disseminação da espécie (MEDEIROS e EIRA, 2006).

2.3 CONSERVAÇÃO DE SEMENTES RECALCITRANTES

Durante o armazenamento, os fatores que influenciam na conservação das sementes, são: a qualidade inicial (resultante do vigor da planta mãe); condições climáticas durante a maturação da semente; grau de maturação na época da colheita; grau de injúria mecânica e secagem, umidade relativa (UR%), temperatura do ar dentro da câmara, ação de pragas e doenças além da embalagem usada (CARVALHO e NAKAGAWA, 1980).

Se tratando de fruto, Aguiar, Pinã - Rodrigues e Figliolia (1993) definem o processo de maturação dos frutos como um evento biológico diretamente relacionado ao processo de dispersão, em função do que eles chamam de “síndrome de dispersão”, assim, as diferentes espécies tendem a liberar seus frutos ou sementes na época propícia à disseminação.

A época ideal de coleta dessas sementes é durante a maturidade fisiológica, momento em que a semente está praticamente desligada da planta mãe (CARVALHO e NAKAGAWA, 1980), justamente quando apresenta maior grau de umidade (FIGLIOLIA, 1995), sendo também nesse momento o ponto máximo de germinação, vigor (POPINIGIS, 1977) matéria seca e tamanho (CARVALHO e NAKAGAWA, 1980) além de ser o estágio que define o grau de sensibilidade da semente a dessecação (MENDONÇA e DIAS, 2000).

Pode-se determinar o ponto de maturação fisiológica através de modificações morfológicas e fisiológicas como teor de água, tamanho, forma, cor, conteúdo de matéria fresca, conteúdo de matéria seca, capacidade germinativa e vigor (POPINIGIS, 1985).

Durante o processo de armazenamento as sementes não conseguem manter sua viabilidade ilimitada, e eventualmente elas se deterioram e morrem (MEDEIROS e EIRA, 2006). Para retardar esse processo de deterioração, se realiza o armazenamento, que pode ser entendido como uma espécie de ponte no tempo entre a época de coleta e o plantio dessas sementes, antes destas perderem totalmente sua viabilidade.

O processo de deterioração da semente durante o armazenamento pode ser entendida como toda e qualquer alteração degenerativa que ocorre na qualidade em função do tempo (HIRANO, 2004). É um fator irreversível e a perda da capacidade germinativa é a consequência final da deterioração das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 1980). Esta perda não pode ser evitada, mas o grau de prejuízo pode ser controlado e o principal objetivo do armazenamento é o de controlar a velocidade de deterioração (AGUIAR, PINÃ-RODRIGUES e FIGLIOLIA, 1993). Segundo Delouche (2002) a deterioração das sementes pode ser vista como um complexo de mudanças que ocorrem com o passar do tempo, que irão causar prejuízos a sistemas e funções vitais resultando na diminuição no grau de capacidade e desempenho da semente. A deterioração começa depois que a semente alcança a maturidade fisiológica (deterioração zero) e continua até ela perder sua capacidade de germinar. A duração desse processo é determinada principalmente pela interação entre herança genética, o grau de hidratação da semente e temperatura.

A deterioração está ligada diretamente a qualidade fisiológica das sementes. O aspecto mais importante da relação entre deterioração e germinação pode ser entendido como: a perda da capacidade de germinação é a consequência ou o efeito final da deterioração, é a última

fase que acontece no processo de deterioração (DELOUCHE, 2002). Segundo Floriano (2004) essa deterioração ocorre numa sequência de eventos fisiológicos influenciados por fatores externos como luz, temperatura, disponibilidade de água e fatores internos como inibidores e promotores de germinação. Os conhecimentos de como os fatores internos e externos influenciam a germinação e a dormência das sementes de cada espécie é que permite controlar o armazenamento e a germinação (FLORIANO, 2004).

Uma maneira de minimizar a deterioração de sementes, com umidade elevada, é a redução do grau de umidade a níveis que permitem sua sobrevivência para isto, foi introduzido o conceito de nível crítico de umidade, que expressa a relação entre o teor de água e a porcentagem de germinação, definido por Walters (2000) como o limite no qual, o tecido da semente pode ser dessecado, sem aparente dano ou, no qual este pode suportar o estresse de desidratação.

Segundo Popinigis (1977), para a maioria das espécies, o elevado grau de umidade da semente é um dos fatores que mais influi na perda de seu poder germinativo e vigor. Normalmente, as sementes, quando colhidas, apresentam grau de umidade relativamente alto, necessitando de uma longa secagem para as operações de beneficiamento e armazenamento. Para sementes de espécies florestais que podem ser submetidas à secagem, a viabilidade é mais eficiente com baixo grau de umidade da semente e baixa temperatura de armazenamento (BIANCHETTI e RAMOS, 1981). Quando se trata de sementes de Araucária, estas não toleram perda de umidade abaixo de 37% e nem o armazenamento a baixa temperatura, tornando-se assim possível armazená-las somente em curto prazo, de 6 a 12 meses, e mesmo assim com perdas na viabilidade e no vigor (TOMPSETT, 1984).

Trabalhando com cacau (*Theobroma cacao* (Carl von Linne)) e jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam. (*Moraceae*)), Chandel *et al.*, (1995) constataram que o conteúdo de umidade das sementes declinou com o aumento do nível de maturação das sementes. Percebe-se que a velocidade de maturação varia entre as espécies, entre as árvores da mesma espécie e se altera com os locais e anos de colheita, tal variação é devido a diferentes condições climáticas a que estas plantas são submetidas, e também as características genéticas e ecológicas (FIGLIOLA, 1995).

Andrade e Cunha (1996) definiram os termos “grau crítico de umidade” para indicar o nível em que a queda da germinação é iniciada e, “grau de umidade letal” para o teor de água abaixo do qual todas as sementes de um lote perderiam a sua viabilidade. Tompsett (1984) definiu o conceito de nível crítico de umidade, abaixo do qual há perda de viabilidade, determinando que para sementes de *A. hunsteinii*, também recalcitrantes, este nível estaria em

torno de 32%, já *A. angustifolia* não podem ser secas abaixo de 37% sem sofrer danos, e que desidratação a 25% conduz à perda total de viabilidade. Eira *et al.*, (1994) avaliando sementes de araucária com e sem tegumento, observou que o nível crítico de umidade foi de 38%, em ambos os casos.

Ferreira e Santos (1993) trabalhando com pupunha observaram que a secagem lenta das sementes favoreceu a emergência e o vigor quando comparado com a secagem mais rápida, mesmo esta mantendo um maior grau de umidade.

Ainda são escassos os trabalhos que explicam qual motivo da morte de sementes recalcitrantes ocasionadas pela desidratação. Berjak *et al.*, (1984) afirmam que as sementes possuem água de constituição, que é absorvida mais firmemente pelas macromoléculas através de pontes iônicas, comportando-se mais como um líquido do que como um solvente e a água livre, que é facilmente removida. Assim, se as enzimas estão suficientemente hidratadas, e em contato com seu substrato apropriado, algumas reações ocorrem com baixa velocidade. Nas sementes ortodoxas, a redução de umidade da semente é acompanhada por certa redução na atividade metabólica, já para as sementes recalcitrantes poucos estudos têm sido realizados com o intuito de verificar que fração de água é particularmente importante para o comportamento recalcitrante dessas sementes. Acredita-se que para esse tipo de semente durante a secagem, a estrutura de certas enzimas e proteínas estruturais sejam permanentemente alteradas, resultado na perda da atividade biológica dessas sementes (MENDONÇA e DIAS, 2000).

Sementes recalcitrantes provavelmente durante a secagem sofrem uma extensiva deterioração das membranas permitindo que as enzimas hidrolíticas sejam liberadas no processo de embebição (BERJJACK *et al.*, 1984). A desintegração celular resultante da dessecação pode permitir o contato destas substâncias com componentes celulares que podem reagir inadequadamente e assim decrescer a viabilidade da semente. Já foi comprovada que a maior diferença entre sementes sensíveis e tolerantes à dessecação é a falta da produção de proteínas hidrofílicas (Late Embryogenic Abundant – LEAs). Estas proteínas estão envolvidas na tolerância à desidratação (MENDONÇA e DIAS, 2000).

Apesar das dificuldades no armazenamento de sementes recalcitrantes, este processo de dessecação é necessário, pois nem sempre o período de coleta da semente é o ideal para a semeadura e produção de mudas (FONSECA e FREIRE, 2003). O tamanho das sementes tem influência no grau de sensibilidade à dessecação, as maiores são sensíveis a este processo e as baixas temperaturas durante o processo de armazenagem, este fato poderia associar a concentração de ácido abscísico (ABA) no embrião com sensibilidade a dessecação. Todas as

sementes, seja ela ortodoxa ou recalcitrante, são susceptíveis aos danos causados pelas temperaturas abaixo de 0°C quando estas se encontram com elevado grau de umidade (MENDONÇA e DIAS, 2000). Segundo Bewley e Black (1994), para cada redução em 1% no conteúdo de umidade e de 5,6°C na temperatura de armazenamento, o tempo de vida das sementes armazenadas dobra. Para a Araucária a baixa temperatura aumenta o período de viabilidade da semente (FOWLER *et al.*, 1998).

Estudos realizados por Ibanez e Casa (1965) com o cacau (*Theobroma cacao* Carl von Linne) também considerada uma espécie recalcitrante, constataram que o curto período de exposição dessas sementes a baixas temperaturas, provoca danos que podem ser revertidos, pois como o eixo embrionário é a região da semente mais sensível ao frio, é possível que rápidos resfriamentos danifiquem apenas as regiões mais superficiais da semente.

Foi observado por Amarante *et al.*, (2007) que sementes de araucária apresentaram reduzida germinação quando mantidas em temperaturas inferiores a 20°C, isso reflete a menor atividade metabólica dos tecidos sob refrigeração, como é o caso da respiração. E a redução da germinação é observada com o aumento da temperatura reflete o acelerado processo de consumo de reservas, levando a rápida senescência dos tecidos.

Trabalhando com café (*Coffea arabica* L.), Gentil (1999) verificou a influência da temperatura de armazenamento e do grau de umidade na manutenção de qualidade das sementes. Sementes com 51, 41, 34, 23, 16 e 10% de água, acondicionadas em sacos de polietileno e mantidas sob temperaturas de 30, 20 e 10 °C, durante 48 semanas de armazenamento, foram submetidas às avaliações fisiológicas e sanitárias periódicas. Como resultado o autor concluiu que a redução do grau de umidade até 10% e da temperatura até 10 °C foi à combinação mais favorável para manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento.

Outro fator importante que se deve levar em consideração é a embalagem em que estas sementes serão acondicionadas (HIRANO, 2004), pois ela influencia na manutenção do poder germinativo por períodos curtos de armazenagem, mantendo seu grau de umidade original, sob temperatura de 4 a 6 °C (FARRANT, PAMMENTER e BERJAK, 1988).

Além de todos os fatores citados anteriormente há outro relevante mas pouco mencionado que é a pressão de oxigênio. Roberts (1972) constatou que o decréscimo na pressão de oxigênio contribui para o aumento da viabilidade e seu efeito é elevado quando se tem altas temperaturas e conteúdo de água, contribuindo para a rápida perda de viabilidade.

2.4 QUALIDADES FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES

Para uma ótima produção de plantas, seja de grandes culturas, como soja e milho, ou florestal, é necessário ter conhecimento da procedência das sementes e assim da sua qualidade fisiológica e sanitária.

2.4.1 QUALIDADE FISIOLÓGICA

Compreende todos os atributos que indicam a capacidade da semente de desempenhar funções vitais, sendo caracterizada pelo poder germinativo, pelo vigor e pela longevidade (SILVA *et al.*, 2004).

A germinação de sementes de araucária ocorre em 30-35 dias em condições controladas de câmaras de germinação, e em 60-120 dias quando em semeadura direta no solo (RIZZINI, 1978). Para acelerar a germinação, Souza e Cardoso (2003) sugerem no corte da ponta da casca da semente, pois, sementes escarificadas apresentam maior potencial e precocidade de germinação e produzem plântulas mais uniformes, enquanto que a germinação das sementes inteiras é mais lenta e resulta em perdas, pois estão sujeitas as contaminações por fungos.

Outra característica fisiológica prejudicada pela deterioração durante o armazenamento é o vigor.

Para Delouche (2002) o vigor de sementes e a deterioração estão fisiologicamente ligados, e são “aspectos recíprocos, imagens refletidas no espelho” da qualidade das sementes. A deterioração tem uma conotação negativa, enquanto o vigor tem uma conotação extremamente positiva, o vigor diminui à medida que a deterioração aumenta.

Deterioração é o processo de envelhecimento e morte da semente, enquanto vigor é o principal componente da qualidade afetado pelo processo de deterioração. São vários os fatores que podem afetar o vigor germinativo das sementes e promover a formação de plântulas anormais ou sua morte, entre eles a dormência e a presença de microrganismos, sobretudo fungos e bactérias (COUTO *et al.*, 2004).

São vários os grupos de patógenos que atacam sementes, porém os mais comuns são os fungos, estes quando associados às sementes podem causar deterioração e morte das

mesmas, comprometendo consideravelmente a germinação e a formação de mudas (FAIAD *et al.*, 1997). Devido a isso, os métodos de desinfestação devem ser eficazes, para que a plântula sirva de fonte de propagação livre de fungos e bactérias (ANSELMINI, 2008), evitando assim prejudicar na germinação e deixando somente expressar todo seu vigor.

2.4.2 QUALIDADE SANITÁRIA

Entende-se como qualidade sanitária a condição da semente quanto à presença e grau de ocorrência de fungos, bactérias, vírus, nematóides e insetos que causam doenças ou danificações à semente, ou que são transmitidos pela semente e são capazes de causar enfermidades e reduções na qualidade e produtividade das culturas (SILVA *et al.*, 2004)

O estudo da associação de fungos com espécies florestais pode fornecer auxílio para criação de modelos epidemiológicos, desde o armazenamento de sementes até a produção de mudas (SANTOS *et al.*, 2001). Entretanto são poucos os trabalhos sobre a incidência de doenças na fase inicial do desenvolvimento de espécies florestais nativas. Alguns trabalhos são específicos para certas espécies de plantas, outros somente relacionam apenas os microrganismos que ocorrem nas sementes, sem verificar se efeitos sobre a germinação e o desenvolvimento de plantas na presença destes microrganismos. A qualidade sanitária das sementes é fator importante para a instalação de qualquer cultivo, a qual pode determinar a qualidade das mudas delas originadas (SANTOS *et al.*, 2001)

As sementes podem ser atacadas por microrganismos no campo e/ou durante operações de colheita, secagem, beneficiamento afetando a qualidade e reduzindo a capacidade germinativa, bem como causando “damping - off” também conhecido por tombamento de mudas (CARNEIRO, 1995). Este mesmo autor refere-se a esse termo na manifestação da doença em pós-emergência, ou seja, em fase de pós-germinação da semente, sendo a enfermidade então designada por tombamento em pós – emergência. Tombamento em pré-emergência seria a mortalidade de plântulas no solo causada pelos patógenos presentes nas sementes e também pelos responsáveis do tombamento de mudas. Essa manifestação da doença pode ser confundida com o baixo poder germinativo de sementes, que também causa redução do número de mudas em viveiros.

O transporte de microrganismos por sementes em um dado lote, de modo geral pode se dar de três maneiras (MAPA, 2009): no primeiro caso, o microrganismo, separado ou não, encontra-se em mistura com as sementes, fazendo parte da fração impura do lote, fazem parte dessa fração: fragmentos vegetais, sementes de plantas invasoras e partículas do solo que podem todos, serem portadores de micélios dormentes, corpos frutíferos e esporos de fungos, escleródios ou estromas fúngicos. Outra maneira pela qual certos patógenos podem se associar e ser ou serem transportados pelas sementes é por adesão passiva a superfície destas, e presença do inóculo nos tecidos das sementes, seja em estruturas superficiais ou mais interno no embrião.

Além de causar redução na capacidade germinativa e mortalidade de plântulas, o inóculo presente na semente poderá resultar em um aumento progressivo de uma doença em campo, podendo reduzir o valor comercial da cultura, além disso, sementes infectadas podem levar patógenos para áreas antes livres dessa doença. Outra possível consequência da associação de fitopatógenos com a semente é a importação de lotes de sementes contaminadas podem introduzir patógenos em áreas isentas, fazendo com que testes de quarentena e de certificação para o comércio internacional possam ser necessários (MAPA, 2009).

Por esses motivos a realização dos testes de sanidade é essencial para esclarecer as causas da baixa germinação em amostras com elevados índices de infecção/infestação por microrganismos (HENNING, 2005).

Devido à importância que os patógenos associados a sementes podem ter, é necessário que se disponha de métodos para detectá-los. A escolha do método a ser utilizado vai depender do patógeno, do tipo de associação patógeno/semente, a espécie de semente e do propósito do teste. Medeiros *et al.* (1992) avaliando a eficiência de dois métodos de detecção, *Blotter test* e plaqueamento em ágar, para identificar potenciais patógenos em sementes de aroeira encontraram 25 gêneros de fungos, sendo que diferenças significativas entre os tratamentos foram detectados somente para *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus spp*, *Penicillium sp*, *Phoma sp*, *Curvularia sp*, *Drechslera sp* e *Nigrospora sp*. O método de papel filtro já o mais adequado para a detecção de, *Aspergillus spp*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* e *Rhizopus*.

O tratamento de sementes é uma das medidas de controle de doenças de plantas, que tem como objetivo básico a proteção da semente contra a ação de patógenos a ela associados como também proteger a semente e a plântula contra microrganismos presentes no solo. A destruição de esporos da superfície das sementes depende da espécie do fungo e da condição da semente, do tipo e do tempo de contato (MUNIZ *et al.*, 2007). O controle de patógenos é

fundamental para a viabilidade de sementes de espécies florestais, garantindo a manutenção da qualidade fisiológica das mesmas durante o período de armazenamento (NETTO e FAIAD, 1995)

Para espécies florestais, especialmente nativas, quando comparado com grandes culturas, são poucos os trabalhos relacionando os fungos responsáveis em causar doenças. Até o momento não há registros de produtos químicos para o controle sanitário, restando assim apenas algumas alternativas, como o hipoclorito de sódio. O pré-tratamento de sementes com este produto, durante testes de sanidade, tem por objetivo remover os fungos presentes externamente, porém apresenta a desvantagem de não oferecer proteção residual.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Sementes Florestais e Patologia Florestal, e também na casa de vegetação da Embrapa Florestas, Colombo – PR, no período de 04 de maio de 2011 a 10 de julho de 2012.

3.1.1 Obtenção das Pinhas

As pinhas foram coletadas na área experimental de teste de procedências e progênies de araucária, localizada na Embrapa Florestas, Colombo – PR. Foram selecionadas matrizes, que pertencem a variedade *Araucaria angustifolia* var. *angustifolia*. As pinhas foram colhidas diretamente das árvores, e se encontravam próximas do ponto de maturidade fisiológica.

3.1.2 Extrações dos pinhões

Após a coleta, as pinhas foram levadas para o Laboratório de Sementes Florestais, onde foi realizada a extração das sementes (aproximadamente 4,5 kg de sementes) e deixadas em câmara seca à condição de temperatura 10 °C, com UR de 22% - por 7 dias para que o teor de água fosse reduzido para 40-37%. Para isso se avaliou o teor de água diariamente.

3.2 ANÁLISES FÍSICA

Para determinação do teor de água, usou-se o método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, utilizando-se dez sementes, divididas em duas repetições (Figura 1), conforme indicado para *Araucaria* sp. nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram realizadas determinações de umidade para semente (tegumento + endosperma) e para o embrião (excisado da semente com o auxílio de um estilete). A determinação foi realizada para os tempos 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 meses para os tratamentos testemunha, 0,5 %, 1 % e 3 % de NaClO. O método consistiu nos seguintes procedimentos: regular a temperatura da estufa e secar os recipientes por 30 minutos em estufa a 105 °C e resfriá-los em dessecador. Posteriormente, foi pesado o recipiente e sua tampa, e pesados também contendo sementes inteiras e o embrião juntamente com as respectivas tampas. Os recipientes foram colocados na estufa a 105°C, e mantidas durante 24 horas. Após esse período os recipientes foram retirados da estufa e colocados em dessecador até esfriar e serem pesados.



Figura 1 – Sementes de araucária armazenadas em embalagem de polietileno (A) e em câmara de armazenamento (B). Sementes durante o teste de teor de água (C); Sementes com a extremidade cortada para a instalação dos testes de germinação e vigor.

3.3 TRATAMENTOS DAS SEMENTES

As sementes de araucária foram tratadas com solução hipoclorito de sódio (NaClO) de concentração de 12,5%, a partir dessa concentração foram feitas diluições em água e obteve-se soluções com as seguintes concentrações: 0,5; 1 e 3 %. As sementes foram embebidas nas soluções por 15 minutos. Em seguida as sementes de cada tratamento foram colocadas sobre papel filtro para remoção do excesso de umidade. Após esse processo, as sementes foram colocadas em embalagens de polietileno, semipermeável, com espessura de 24 μm (Figura 1 A e B). As embalagens foram seladas, identificadas e colocadas em câmara fria a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $89 \pm 2\%$. Aos 2, 4, 8 e 12 meses as amostras foram retiradas e avaliadas.

3.4 ANÁLISES FISIOLÓGICAS

A avaliação da qualidade fisiológica, germinação e vigor foi feita com as sementes tratadas e armazenadas. Antes da instalação dos testes, as sementes tiveram a extremidade cortada, para melhores resultados de germinação e vigor (Figura 1 D), conforme recomendado por Souza e Cardoso (2003) e Caçola *et al.*, (2007).

No laboratório, foram realizados testes de germinação e vigor (medição do comprimento de radícula) e em casa de vegetação, outros testes de vigor (medição da altura da parte aérea e índice de velocidade de emergência).

3.4.1 Germinação

O teste de germinação foi realizado com 100 sementes para cada tratamento (NaClO nas concentrações 0,5; 1 e 3%), com quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram semeadas em caixa de acrílico (30 x 25 x 12 cm) contendo 1,1 kg de vermiculita autoclavada (Figura 2 A) de granulometria média na posição de formação de um ângulo de 45° em relação ao plano horizontal, para facilitar o desenvolvimento da radícula. Foi realizada uma rega inicial com um volume de 1,4 L de água (cada caixa) e o substrato foi umedecido quando

necessário. As caixas foram colocadas em câmaras de germinação tipo BOD (Figura 2 B) reguladas para uma temperatura de 30 °C, com luz contínua e 80 % de umidade.



Figura 2- Sementes de araucária semeadas em vermiculita durante o teste de germinação (A) e armazenadas em câmara de incubação- BOD (B)

As sementes não germinadas no teste de germinação foram mantidas em câmara úmida em gerbox, com o objetivo de identificar os fungos presentes e se houve interferência de patógenos durante a germinação das sementes.

3.4.2 TESTES DE VIGOR

O teste de vigor foi realizado utilizando o teste de germinação e a semeadura em canteiro. O vigor das sementes foi avaliado pela porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e altura da parte aérea.

3.4.2.1 Primeira contagem

A primeira contagem foi realizada após 30 dias da semeadura em caixa de acrílico, as quais foram colocadas em câmara BOD. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentavam a emissão de radícula normal (KUNIYOSHI, 1983).

3.4.2.2 Comprimento de radícula

Essa avaliação foi realizada aos 60 dias após a implantação do experimento no final do teste de germinação. O comprimento da radícula das plântulas foi medido com o auxílio de uma fita métrica.

3.4.2.3 Emergência em canteiro

As sementes foram semeadas em canteiros, distribuídas 10 linhas contendo dez sementes espaçadas a 5 cm (Figura 3) contendo vermiculita. Após a instalação os canteiros eram irrigados quatro vezes ao dia, foram realizadas observações a cada dois dias a partir do dia que a primeira plântula emergiu do solo. (Figura 3). O teste foi finalizado quando os tratamentos apresentaram 50% de emergência de plântulas. Foi calculado o número de plântulas emergidas através da fórmula apresentada abaixo, com o objetivo de obter a velocidade de emergência de plântulas.

Fórmula: $IVE = E1/N1 + E2/N2 + E3/N3 + \dots + Em/Nn$ (CARVALHO e VIEIRA, 1994)

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência

E1, E2, E3, ... En= número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, terceira,, última contagem.

N1, N2, N3 Nn= numero de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira, última contagem.

3.4.2.4. Altura da parte aérea

O comprimento da parte aérea (cm) foi avaliado com o auxílio de uma fita métrica medindo-se a porção entre o colo da plântula até a gema apical (Figura 3 D) (SOUZA e CARDOSO, 2003).

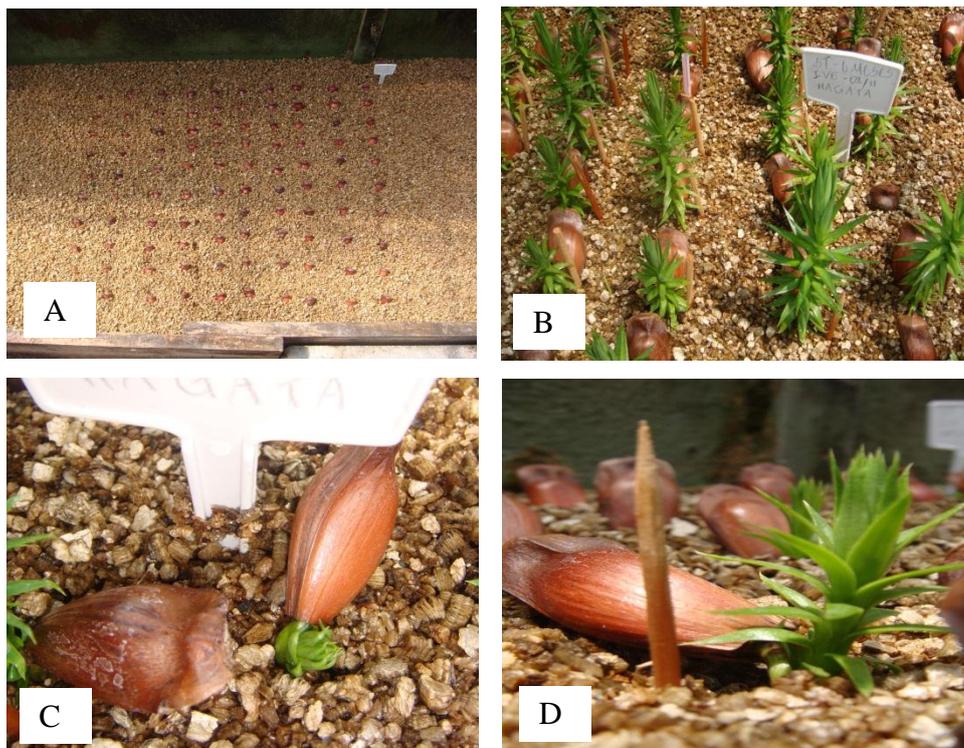


Figura 3 – (A) Sementes de araucária semeadas em vermiculita em casa de vegetação; (B) plântulas de araucária; (C) Início do desenvolvimento da parte aérea em semente de araucária; (D) parte aérea de araucária.

3.5 QUALIDADE SANITÁRIA

3.5.1 “Blotter test” ou método do papel de filtro

Antes do armazenamento e após o armazenamento por seis e 12 meses a avaliação sanitária foi realizada pelo método “*Blotter test*” ou método de papel filtro (HENNING, 1994). Foram utilizadas 100 sementes de cada tratamento (sem tratamento, 0,5, 1 e 3 %) sem armazenamento, e armazenadas por 6 e 12 meses, divididas em quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram dispostas individualmente sobre camada de papel mata borrão umedecido com água destilada e esterilizada (2 folhas de papel mata borrão) no interior do gerbox (11 x 11 x 3,5 cm) desinfestado com álcool 70% (Figura 4 B). O gerbox foi incubado em sala climatizada com temperatura de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, por um período de sete dias, sob regime luminoso de 12 horas de luz e 12 horas de escuro (Figura 4). A avaliação foi realizada após sete dias de incubação, examinando-se individualmente todas as sementes. Os fungos foram identificados ao nível de gênero, com base em suas características morfológicas visualizadas

sob microscópio estereoscópico e ótico e baseada em Barnett e Hunter (1972), sendo a incidência expressa em porcentagem.

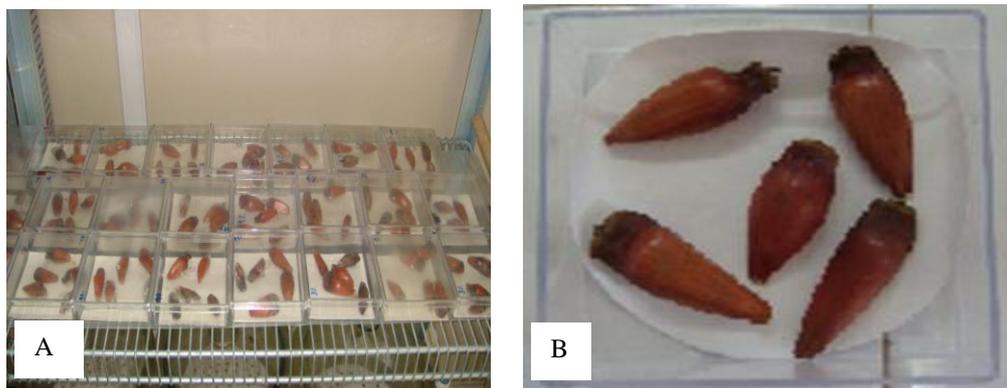


Figura 4 – Prateleira com os gerbox acondicionados (A) e sementes colocadas em caixa de acrílico do tipo gerbox pelo método *Blotter test* (B).

3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram montados em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro Wilk. Foram realizadas comparações dentro dos tratamentos os quais foram as concentrações de hipoclorito de sódio (0,5, 1 e 3%) e os períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 12 meses) e entre os tempos de armazenamento para a concentração de 3% de hipoclorito. Todas as análises foram realizadas utilizando o sistema estatístico R, versão 2.13.2 (R Development Core Team, 2011).

As variáveis de qualidade fisiológica, primeira contagem e contagem final, apresentaram distribuição de probabilidade binomial e foram submetidos a análise de *deviance*. Para a variável comprimento de radícula, os dados apresentaram distribuição normal e foram comparados pela análise de variância. Os níveis descritivos de probabilidade foram descritos pelo teste de qui-quadrado e F. A comparação entre os tratamentos foi feita por contrastes ortogonais. Para a variável altura de plântula em canteiro os dados apresentaram distribuição de probabilidade normal, pelo teste de Shapiro Wilk, submetido à ANOVA e os níveis descritivos de probabilidade foram descritos pelo teste F.

Para a variável qualidade sanitária, os dados analisados por regressão (polinômios ortogonais) indicaram desvio de regressão e foi usado a análise de *deviance* assumindo uma distribuição de probabilidade binomial e a comparação entre os tratamentos (testemunha, 0,5%, 1% e 3% de hipoclorito de sódio) foi realizada por contrastes ortogonais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TEOR DE ÁGUA – ANÁLISE FÍSICA

As sementes armazenadas a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ em sacos de polietileno por 12 meses não apresentaram um decréscimo significativo de água tanto na semente quanto no embrião (Tabela 1). Era esperada uma redução na umidade, devido ao tempo de armazenamento, porém algumas sementes apresentaram um acréscimo na umidade, fato que pode ser explicado pela embalagem usada (semipermeável), pela qual não ocorre liberação de água do meio interno para o meio externo resultando em um grau de umidade maior.

Resultado semelhante foi observado por Parisi (2012), utilizando essa mesma embalagem no armazenamento de sementes de ingá.

Estudos conduzidos por Fowler, Bianchetti e Zanon (1998), determinaram que o método adequado para o armazenamento de sementes de araucária é sob baixa temperatura (temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar de $89\% \pm 1\%$), e em embalagem de polietileno semipermeável, pois possibilita a manutenção do grau de umidade de 43% das sementes, sendo possível conservá-las por 12 meses.

Tabela 1- Grau de umidade das sementes (S) e do embrião (E) de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses.

Concentração de hipoclorito de sódio (%)	Tempo de armazenamento (meses)											
	0		2		4		6		8		12	
	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E
Testemunha	40,0	54,3	40,2	53,7	40,0	53,2	40,8	52,2	39,8	51,2	40,4	52,4
0,5	40,0	54,3	38,5	54,3	40,6	54,3	40,0	53,5	38,4	52,0	42,0	49,6
1	40,0	54,3	40,0	54,3	40,8	54,3	40,9	51,8	40,0	51,4	42,5	57,8
3	40,0	54,3	41,3	54,2	40,5	54,3	40,0	53,1	40,0	53,7	43,4	58,5

Foi observado por Eira *et al.* (1994) que a redução da umidade de sementes de araucária com tegumento, em níveis inferiores a 38%, apresentaram perda total de viabilidade,

e quando ocorreu o desenvolvimento, as plântulas eram anormais iniciando a emissão de radícula sem desenvolvimento da parte aérea.

4.2 QUALIDADES FISIOLÓGICAS

4.2.1 PRIMEIRA CONTAGEM – Vigor

Esse teste foi realizado aos 30 dias e as sementes foram classificadas em normal, anormal e mortas conforme pode ser visualizado na figura 5:



Figura 5 – Sementes de araucária classificadas em normal, anormal e morta durante o teste de primeira contagem.

A primeira contagem variou com o tratamento e tempo de armazenamento. Todos os períodos de armazenamento apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, Testemunha e NaClO, (Tabela 13 Anexo). Analisando os resultados durante os 12 meses de armazenamento, as sementes não armazenadas e, que não passaram pelo tratamento com NaClO apresentaram maior porcentagem de germinação (Tabela 11, Anexo), porém ao final de um ano de armazenamento o resultado se inverteu, sendo a testemunha a menor taxa de germinação e as sementes tratadas as apresentaram maior germinação, sendo o melhor tratamento a concentração de 3% de NaClO. (Figura 6).

Fowler, Bianchetti e Zanon (1998) trabalhando com araucária relataram que as sementes apresentaram 78,8% de germinação quando submetidas ao teste de germinação sem passarem pelo processo de armazenamento, e quando armazenadas durante 360 dias, em embalagem de polietileno em câmara fria, apresentou 61% de germinação.

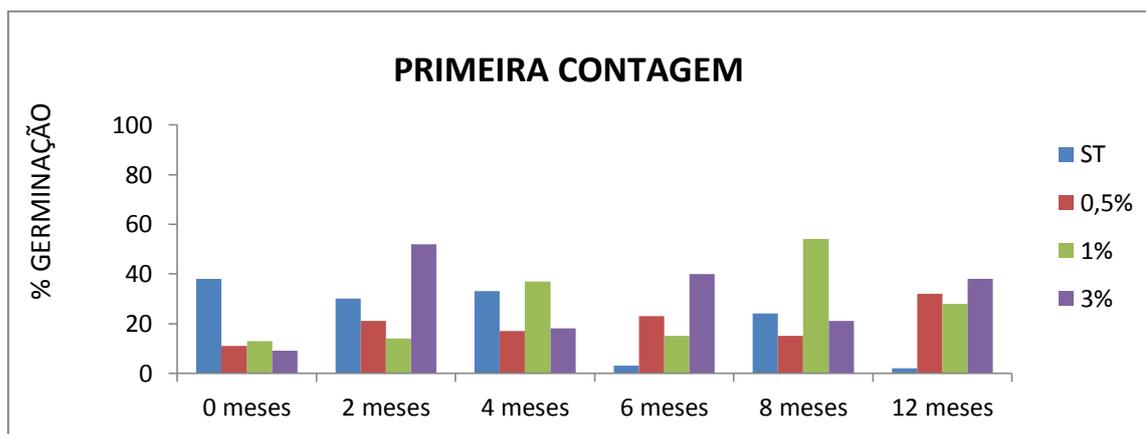


Figura 6 – Germinação médias (%) na primeira contagem de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por 12 meses.

Observou-se a influência do hipoclorito de sódio retardando o desenvolvimento das sementes, mostrando diferença significativa entre a testemunha e as sementes tratadas com NaClO (Tabela 2). Foi observado que as sementes antes do armazenamento e sem tratamento com hipoclorito de sódio, apresentaram maior porcentagem de germinação, confirmando a possível interferência temporária de hipoclorito de sódio na germinação das mesmas (Figura 1). No entanto, Arruda *et al.*, (2007) trataram sementes de araucária com hipoclorito de sódio a 1% e não observaram interferências na qualidade fisiológica das sementes. Em outra espécie recalcitrante, a seringueira, Bonome *et al.*, (2009) observaram efeito fitotóxico de fungicida na emergência. De acordo com estes autores, sementes com alto grau de umidade, característica recalcitrante, apresentam uma elevada atividade metabólica, o que pode conduzir a uma rápida absorção do produto químico causando fitotoxicidade. Essa mesma hipótese poderia ser aplicada para o tratamento com hipoclorito de sódio usado neste trabalho.

Tabela 2- Contrastes ortogonais para a variável primeira contagem de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses - Colombo PR.

Contrastes	Tempo (meses)					
	0	2	4	6	8	12
T1 vs T2, T3, T4	<0,001***	0,9217 ^{ns}	0,2104 ^{ns}	0,0026**	0,4709 ^{ns}	0,005**
T2 vs T3, T4	1 ^{ns}	0,2556 ^{ns}	0,1409 ^{ns}	0,6550 ^{ns}	0,0099**	0,9464 ^{ns}
T3 vs T4	0,5222 ^{ns}	0,0025**	0,0294*	0,0334*	0,0025**	0,5612 ^{ns}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; *** significativo ao nível de 0,1% de probabilidade; ns não significativo estatisticamente
T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Sementes de acácia tiveram uma menor germinação, quando tratadas com hipoclorito de sódio à 1% em relação a testemunha (MUNIZ *et al.*, 2007). Para algumas espécies o NaClO estimula a germinação pela quebra de dormência, pois, muitas vezes ocorre o aumento da permeabilidade ao oxigênio, água e solutos, entre tanto, em outras espécies, este tipo de tratamento pode ocasionar o efeito contrário, ou seja, a inibição da germinação. Isto indica que certas sementes, cujos tegumentos não representam barreira física para a germinação, podem ser escarificadas a ponto de ocorrer danos ao tecido vivo do embrião (HSIAO *et al.*, 1981).

Com dois meses de armazenamento, as sementes de araucária tratadas com NaClO na concentração de 3% apresentaram maior porcentagem de germinação, seguida pela testemunha, e sementes tratadas com 0,5 e 1% de NaClO (Figura 6). Durante esse período fungos considerados microrganismos apodrecedores de sementes *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. desenvolveram-se sob as sementes, neste caso podem ser considerados elementos responsáveis pela redução na germinação e vigor, devido à deterioração e morte das mesmas (MUNIZ *et al.*, 2007). A presença desses fungos pode ter sido beneficiada pelo ambiente favorável, umidade e temperaturas elevadas, mesmas sendo as condições exigidas pelas sementes recalcitrantes, a fim de aumentar a sua longevidade.

O tratamento com NaClO a 3% controlou o desenvolvimento desses fungos, favorecendo assim uma maior germinação das sementes aos 30 dias, e aquelas sementes não tratadas estavam totalmente contaminadas por esses microrganismos.

O controle de patógenos em sementes de espécies florestais foi relatado por Muniz *et al.*, (2007) que observou que o tratamento com NaClO a 1% apresentou diferenças no vigor, detectado pela emergência de plântulas. Esses autores concluíram que esse resultado se deve ao fato da utilização de tratamento de sementes. Quando tratadas, apresentaram melhor resposta fisiológica, devido redução ou eliminação dos fungos associados a elas.

Sementes de *C. leptophloeos* tratadas com várias concentrações de NaClO (1, 2, 3, 5 e 10%), apresentaram um aumento de 60% na germinação quando a incidência fúngica foi reduzida, todavia, as sementes expostas as concentrações 5 e 10% durante 15 a 20 minutos, tiveram redução na incidência fúngica, no entanto, ocorreu a morte das sementes (FAIAD *et al.*, 1997). Oliveira *et al.*, (2011) relataram dificuldades na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de espécies de *Eugenia* não tratadas com fungicidas que apresentaram elevada incidência de fungos.

Aos quatro meses de armazenamento a testemunha e o tratamento a 1% apresentaram maior porcentagem de germinação (Figura 6), apresentando diferença significativa entre esse

tratamento e sementes tratadas com 3% de NaClO (Tabela 2). Esse resultado pode ser explicado pelo fato de o NaClO atrasar a germinação, devido a uma possível fitotoxidade. Porém, quando tratadas, as sementes apresentam menor incidência de fungos.

Com seis meses houve ocorrência à falta de água, que alterou a tendência dos resultados e para que não prejudicasse na interpretação dos demais dados, esse tempo não será avaliado.

Com oito meses de armazenamento, ocorreu diferença altamente significativa entre os tratamentos com NaClO (Tabela 2). As sementes que apresentaram maior porcentagem de germinação foram às tratadas na concentração de 1% (Figura 6) seguida pela testemunha. Na concentração de 3% de NaClO a maioria das sementes estavam limpas, sem desenvolvimento dos fungos saprófitas, mostrando assim a eficiência do hipoclorito de sódio na desinfestação superficial das sementes.

Com um ano de armazenamento houve alta incidência do fungo *Schizophyllum commune* em sementes não tratadas com NaClO. Ao serem friccionadas as sementes liberaram um líquido, devido provavelmente a degradação do endosperma. Sementes contaminadas não germinaram e apodreceram durante o teste, o tratamento com NaClO (em todas as concentrações) controlou o desenvolvimento deste e demais fungos. Na concentração de 3% as sementes apresentam começo de desenvolvimento da parte aérea.

4.2.2 GERMINAÇÃO

Somente sementes que não foram armazenadas apresentaram diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos com NaClO, como apresentado na tabela 3.

Tabela 3 - Contrastes ortogonais para a variável germinação de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio sem armazenamento - Colombo PR.

Tempo de armazenamento (meses)	
Contrastes	0
T1 vs T2, T3, T4	<0,001***
T2 vs T3, T4	0,2993ns
T3 vs T4	0,3940ns

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; *** significativo ao nível de 0,1% de probabilidade; ns Não significativo estatisticamente

T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Assim como na primeira contagem a testemunha apresentou maior porcentagem de germinação (tabela 12, Anexo), confirmando o atraso no desenvolvimento da plântulas tratada com NaClO. Após dois meses de armazenamento a testemunha e sementes tratadas com 3% de NaClO apresentaram desenvolvimento semelhantes (Figura 7). Não é somente a espécie araucária que apresenta grande sensibilidade à assepsia com hipoclorito de sódio, sementes de *Cypripedium macrantos* apresentaram redução na germinação quando tratadas com 0,5% de NaClO (MIYOSHI e MII, 1998) porém quando expostas a citocinina essas sementes apresentaram melhor germinação antes do plantio.

Aos quatro meses a testemunha apresentou melhores resultados. No teste de primeira contagem essas sementes apresentaram média de germinação semelhante às sementes tratadas a 1%, ultrapassando essas médias aos 60 dias quando comparada as sementes tratadas.

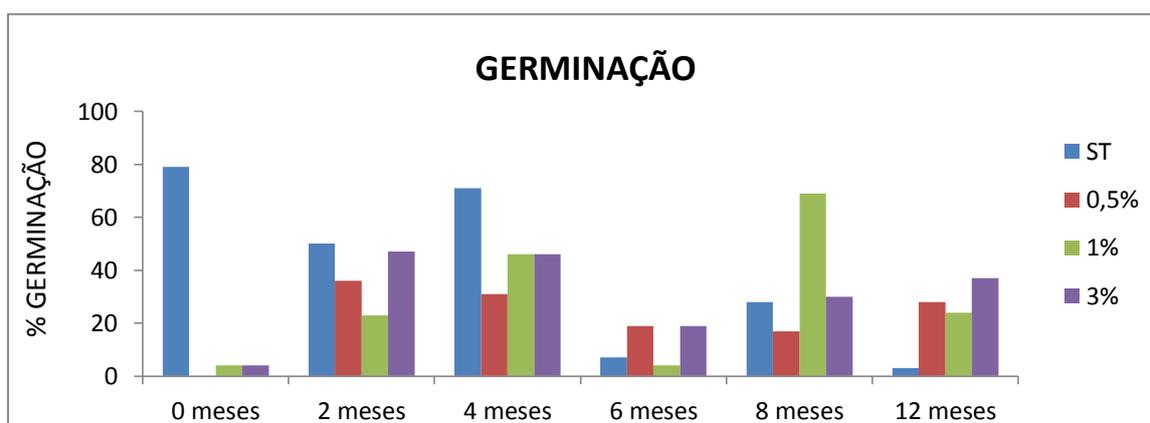


Figura 7 – Germinação média (%) de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por até 12 meses.

Com oito meses de armazenamento, sementes tratadas com 1% de NaClO apresentaram melhor desenvolvimento. As sementes não tratadas estavam totalmente contaminadas por fungos, houve o desenvolvimento de raiz que atingiu grande comprimento, contudo, apodreceram devido à ação saprofítica desses microrganismos. Nesse período quanto maior a concentração de NaClO usada, melhor o controle dos fungos.

Após um ano de armazenamento as sementes apresentaram resultados que se igualam aos encontrados na primeira contagem. Sementes não tratadas, ao final do teste, estavam totalmente deterioradas devido à presença do fungo *Schizophyllum commune* responsável por causar apodrecimento de sementes. Sementes tratadas, principalmente na concentração de 3%, apresentaram melhor desenvolvimento, possivelmente pela a eliminação desse fungo que se

encontrava sob a superfície da semente, essas mesmas sementes tiveram desenvolvimento de parte aérea.

4.2.3 COMPRIMENTO DE RADÍCULA

Sementes não armazenadas apresentaram maior comprimento de radícula quando não tratadas com NaClO, apresentando assim, uma diferença entre testemunha e os tratamentos (Tabela 4). Este resultado confirmam os encontrados durante as avaliações de primeira contagem e germinação, onde a testemunha apresentou maior desenvolvimento quando comparado às sementes tratadas (Figura 8).

Tabela 4 - Contrastes ortogonais para a variável comprimento de radícula de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por até oito meses – Colombo, PR.

Concentração de Hipoclorito	Tempo de armazenamento (meses)			
	0	2	4	8
T1 vs T2, T3, T4	<0,001***	0,9578ns	<0,001***	0,1436ns
T2 vs T3, T4	0,7098ns	0,3770ns	0,2737ns	<0,001***
T3 vs T4	0,9888ns	<0,001***	0,1431ns	<0,001***

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; *** significativo ao nível de 0,1% de probabilidade; ns = não significativo estatisticamente
T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Após dois meses de armazenamento sementes tratadas com 3% de NaClO apresentaram maior comprimento de raiz e crescimento de parte aérea, isto foi possível devido ao maior controle do hipoclorito de sódio sobre os fungos, que se desenvolveram sob as sementes deteriorando-as, impedindo seu desenvolvimento.

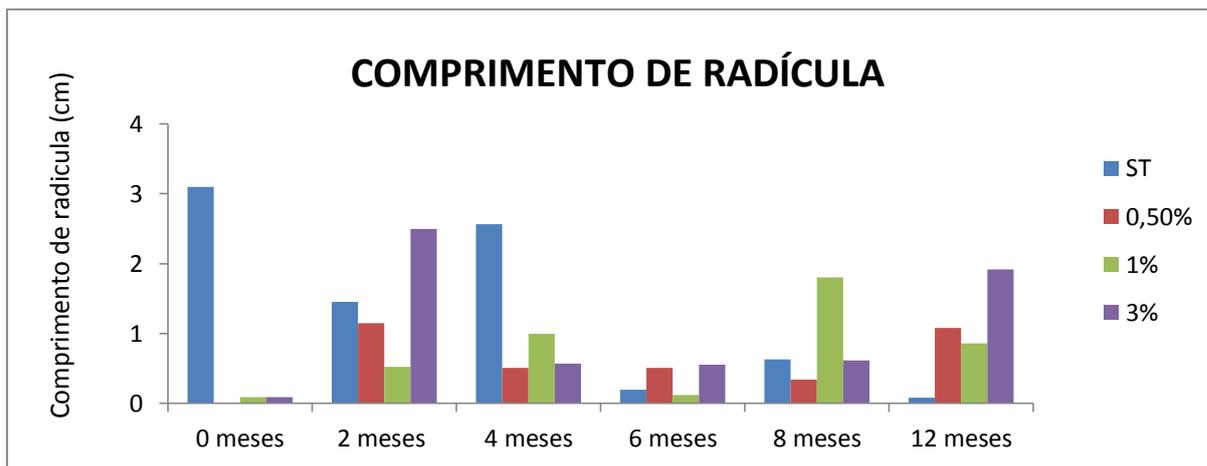


Figura 8 – Média do comprimento de radícula de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio (0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por até 12 meses.

Aos quatro meses a testemunha apresentou maior comprimento de radícula, e sementes tratadas com NaClO não apresentaram diferença estatística entre si (Tabela 4). Este resultado pode ser explicado pelo fato do NaClO apresentar efeito residual, que inibe o desenvolvimento da radícula.

Com oito meses de armazenamento ocorreu diferença somente entre os tratamentos com NaClO, sendo que sementes tratadas com 1% apresentaram maior comprimento de radícula, resultado que reflete o encontrado durante a primeira contagem e germinação.

Ao final do experimento, após 12 meses de armazenamento, sementes tratadas com 3% de NaClO apresentaram maior desenvolvimento de radícula. Isso ocorreu devido ao controle de NaClO, do desenvolvimento de *Schizophyllum commune* que acarretou nas sementes não tratadas o apodrecimento, impedindo o desenvolvimento de radícula.

4.3 QUALIDADE SANITÁRIA

Sementes de araucária recém-colhidas, tratadas com NaClO (0,5, 1 e 3%) e não tratadas, apresentaram a ocorrência de fungos como *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. e *Rhizopus* sp., os quais são considerados fungos de armazenamento, e *Pestalotiopsis* sp., que causa “needle cast” em pináceas segundo Medeiros *et al.*, (1992).

Entre as sementes não armazenadas a testemunha apresentou maior incidência de *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp. e *Pestalotiopsis* sp. sendo os únicos fungos que apresentaram diferença significativa entre testemunha e os tratamentos com NaClO. *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp. foram os fungos que apresentaram diferença significativa dentro dos tratamentos com NaClO, como apresentado na tabela 5.

Tabela 5 - Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio sem armazenamento - Colombo – PR

Contrastes	<i>Penicillium</i> sp	<i>Pestalotiopsis</i> sp	<i>Cladosporium</i> sp
T1 vs T2, T3, T4	<0,001***	<0,001***	0,7422ns
T2 vs T3, T4	0,6645 ns	0,0207 ns	0,0080**
T3 vs T4	0,0092**	0,1544 ns	0,0162*

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; *** significativo ao nível de 0,1% de probabilidade; ns = não significativo estatisticamente.

T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Os fungos encontrados sob a semente apresentaram alta velocidade de crescimento micelial e de esporulação, o que pode facilitar a contaminação de outras sementes ou até mesmo inibir o desenvolvimento de outros fungos. Fato relatado por Medeiros *et al.*, (1992) que avaliando a qualidade sanitária de aroeira pelo método *blotter test* e plaqueamento em ágar encontrou 25 gêneros de fungos sendo os de maior frequência causadores de problemas em condições de armazenamento, especialmente as espécies *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp.. Foram detectados também fungos já relatados como patogênicos em outras culturas pertencentes aos gêneros *Epicoccum*, *Fusarium*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Pestalotiopsis*. As sementes de aroeira que passaram por um pré-tratamento com NaClO a 1% apresentaram menor incidência dos fungos *A. niger*, *Penicillium* sp., *Phoma* sp., *Curvularia* sp., e *Drechslera* sp., sugerindo que esses fungos estariam sendo transmitidos mais externamente que internamente pelas sementes.

O gênero *Rhizopus* apresentou maior incidência em sementes tratadas com 1% de NaClO (Tabela 16, Anexo). Já o fungo *Cladosporium* sp estava presente em todos os tratamentos, apresentou diferença significativa somente entre sementes tratadas com NaClO (Tabela 5).

Para a maioria dos fungos, o aumento da concentração de NaClO contribuiu no controle da incidência desses microrganismos. A diferença significativa só foi observada entre os tratamentos os fungos *Penicillium* sp., *Pestalotiopsis* sp e *Cladosporium* sp. (Tabela 5).

A desinfestação superficial com NaClO, pode não eliminar fungos como *Aspergillus* e *Rhizopus*, pois estes podem estar localizados na forma de micélio no tegumento e em outras partes internas da semente (HARMON e PFLEGER, 1974). Sementes de coníferas tratadas com NaClO (concentração 5,25%) diluídas em água (3:1) imersas na solução por 10 minutos e posteriormente lavadas para remoção do excesso de NaClO, apresentaram redução na incidência de fungos favorecendo assim uma melhor germinação (WENNY e DUMROESE, 1987)

Sementes de *Commiphora leptophloeos* tiveram contato com NaClO (concentrações 1, 2, 3, 5 e 10%) durante 10, 15, e 20 minutos, Faiad *et al.*, (1997) encontraram 20 gêneros de fungos, entre eles os de armazenamento como *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., e potencialmente patogênico o *Fusarium* sp.. Os autores relataram que ocorreu um decréscimo dos fungos após o tratamento com NaClO em diferentes concentrações e períodos de embebição, de modo geral, aumentando a concentração e o período de contato da semente com o hipoclorito pode ter uma maior redução de incidência fúngica. Porém a melhor concentração para se eliminar os fungos foi a de 3% durante 10 minutos, uma vez que permitiu um melhor desempenho de germinação das sementes.

Espécies florestais não tratadas e tratadas com NaClO na concentração de 1%, tem uma maior incidência de fungos como: *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., e *Penicillium* spp. (MUNIZ *et al.*, 2007). Assim como observado no presente trabalho, esses autores relataram uma ação do NaClO na redução da incidência de fungos, indicando que os mesmos encontram-se localizados na superfície externa da semente.

Uma das principais formas de associação de microrganismos, com sementes é através da localização nos tecidos externos, como tegumento e pericarpo. O tratamento de sementes com hipoclorito de sódio apresenta eficiência na redução dos microrganismos associados superficialmente às mesmas (COUTINHO *et al.*, 2000).

Sementes de acácia negra apresentaram incidência dos fungos: *Botryodiplodia* sp., *Botrytis* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Rizoctonia* sp., *Trichoderma* sp.. sendo a maior diversidade de fungos presente em sementes coletadas no chão. Sementes que foram autoclavadas não apresentaram incidência de fungos potencialmente patogênicos *Cylindrocladium* sp., *Botrytis* sp., *Fusarium* sp., e *Rhizoctonia* sp. indicando que estes fungos estavam de forma externa nas sementes (SANTOS *et al.*, 2001)

Após seis meses as sementes apresentaram o desenvolvimento de um maior número de gêneros de fungos, sendo eles: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Pestalotiopsis*, *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Epicoccum*, *Phoma*, *Phomopsis* e *Nigrospora*. Embora os microrganismos associados as sementes sejam tipicamente apodrecedores e não serem transmitidos para as plantas subsequentes (Muniz *et al.*, 2007), sua presença nas sementes desempenham no entanto, importante papel na deterioração das sementes durante o armazenamento, além de produzirem toxinas que afetam sua qualidade (RODRIGUES e MENEZES, 2002). Somente os fungos de armazenamento *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. apresentaram diferença entre os tratamentos, como mostra a tabela 6.

Tabela 6- Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por seis meses - Colombo – PR

Contrastes	<i>Penicillium</i> sp	<i>Aspergillus</i> sp
T1 vs T2, T3, T4	<0,001***	0,3572 ns
T2 vs T3, T4	<0,001***	<0,001***
T3 vs T4	1ns	0,3968 ns

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; *** significativo ao nível de 0,1% de probabilidade; ns = não significativo estatisticamente

T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Os fungos *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Phoma* sp., *Pestalotia* sp., foram controlados com o aumento na concentração de hipoclorito.

Epicoccum sp., *Trichoderma* sp. e *Gliocladium* sp. foram detectados somente em sementes tratadas com 0,5% de NaClO. *Fusarium* sp. foi detectado em todos os tratamentos e não houve controle desse patógeno com o aumento na concentração de hipoclorito. Fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Rhizopus*, são considerados causadores de danos em condições de armazenamento, sendo os principais responsáveis pela perda da viabilidade das sementes, pois localizam-se preferencialmente no embrião, enquanto contaminações por *Fusarium* ocorrem durante a formação ou a maturação do fruto (DHINGRA, 1985).

Fusarium sp., *Phomopsis* sp. e *Phoma* sp. apresentam-se como fungos endofíticos, ou seja, estão no interior do hospedeiro, sem causar doença.

Sementes de caupi, tratadas com NaClO 1,5% de cloro ativo, apresentou a incidência de 23 gêneros de fungos endofíticos, sendo potencialmente patogênico de várias espécies de

Fusarium, sendo elas: *Fusarium semitectum*; *F. equiseti*; *F. oxysporum*; *F. solani*; *F. anthophilum*; *F. sporotrichioides* e *F. moniliforme* (RODRIGUES e MENEZES, 2002).

Parisi (2012) avaliando incidência de fungos em embriões de *Inga vera* relatou os gêneros *Fusarium* e *Phomopsis* e *Pestalotiopsis* como fungos endofíticos.

Já os gêneros *Epicoccum*, *Nigrospora*, *Gliocladium* e *Trichoderma* não apresentaram um comportamento definido, aparecendo como fungos contaminantes, que devem ter contaminados as sementes durante os processos de colheita, transporte ou beneficiamento.

Santos *et al.*, (2001), avaliando espécies nativas da Floresta Atlântica, sem tratamento e tratadas com álcool 70% e hipoclorito de sódio a 1% identificaram 20 gêneros de fungos contaminando as sementes, principalmente, aquelas não desinfestadas. A maioria dos fungos constatados pertencem aos gêneros *Penicillium* sp., *Colletotrichum* sp., *Phoma* sp., *Pestalotia* sp., *Phomopsis* sp., e *Botryodiplodia* sp.. Assim como na araucária, foi encontrado também saprófitas externos como *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Aspergillus* sp., e *Nigrospora* sp..

Durante a avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de diversas espécies, Neto e Faiad (1995) detectaram mais de 24 tipos de fungos, entre os patogênicos *Fusarium* sp., *Pestalotia* sp., *Phoma* sp., *Phomopsis* sp. e *Rhizoctonia* sp., e também aqueles de armazenamento como *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp.. Estes autores sugeriram adotar medidas de controle para diminuir as perdas em viveiro como um pré-tratamento das sementes com hipoclorito de sódio durante a realização dos testes de germinação em laboratório, para minimizar a incidência fúngica, já que sementes de espécies florestais são portadoras de grande variedade de fungos.

Completando um ano de armazenamento sementes não tratadas apresentaram alta incidência do fungo *Schizophyllum commune* do Filo Basidiomycota (Figura 12). Este fungo já foi relatado por Bezerra e Oliveira (1983) atacando sementes de dendê, e por Assunção *et al.*, (2010) em folhas de bananeira, como fungo endofítico, o que não ocorre no presente trabalho com araucária, esse fungo se desenvolveu somente na testemunha, sementes tratadas com hipoclorito não apresentaram desenvolvimento de *Schizophyllum commune*.

Na natureza este fungo apresenta-se com frutificação acizentada a esbranquiçada, crescendo em grupos sobre troncos de árvores vivas ou mortas, reconhecido como um eficiente degradador de matéria orgânica (ASSUNÇÃO *et al.*, 2010). Este fungo apareceu somente aos doze meses devido à alta deterioração das sementes, encontrando nesse tempo melhores condições para seu desenvolvimento. Segundo Turner e Gilbanks (1974) a infecção ocorre geralmente durante o armazenamento e germinação das sementes.

Com o aumento na concentração de hipoclorito ocorreu um controle progressivo do desenvolvimento desse fungo sobre a semente de araucária.

Penicillium sp. apareceu em todos os tratamentos, em menor incidência na testemunha e em sementes tratadas com 0,5% NaClO. *Aspergillus* sp. apareceu somente em sementes tratadas com 0,5% de NaClO, e mesmo assim com baixa incidência. *Phomopsis* sp. apareceu nos tratamentos 1 e 3%, sendo o último com menor incidência. Os fungos *Aspergillus* sp., *Schizophyllum commune* e *Phomopsis* sp. apresentaram alta diferença estatística entre a testemunha e os tratamentos, como apresentado na tabela 7:

Tabela 7 - Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses - Colombo – PR.

Contrastes	<i>Aspergillus</i> sp	<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Phomopsis</i> sp
T1 vs T2, T3, T4	<0,001***	<0,001***	<0,001***
T2 vs T3, T4	<0,001***	<0,001***	<0,001***
T3 vs T4	0,8779ns	<0,001***	0,0131*

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; *** significativo ao nível de 0,1% de probabilidade; ns = não significativo estatisticamente
T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Devido ao rápido crescimento de *Schizophyllum commune*, apesar do controle com o aumento da concentração de hipoclorito, este fungo interferiu no o desenvolvimento dos demais fungos, principalmente aqueles considerados de armazenamento como *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp..

A seguir estão apresentadas as figuras com a porcentagem de incidência de fungos em sementes de araucária tratadas e armazenadas.

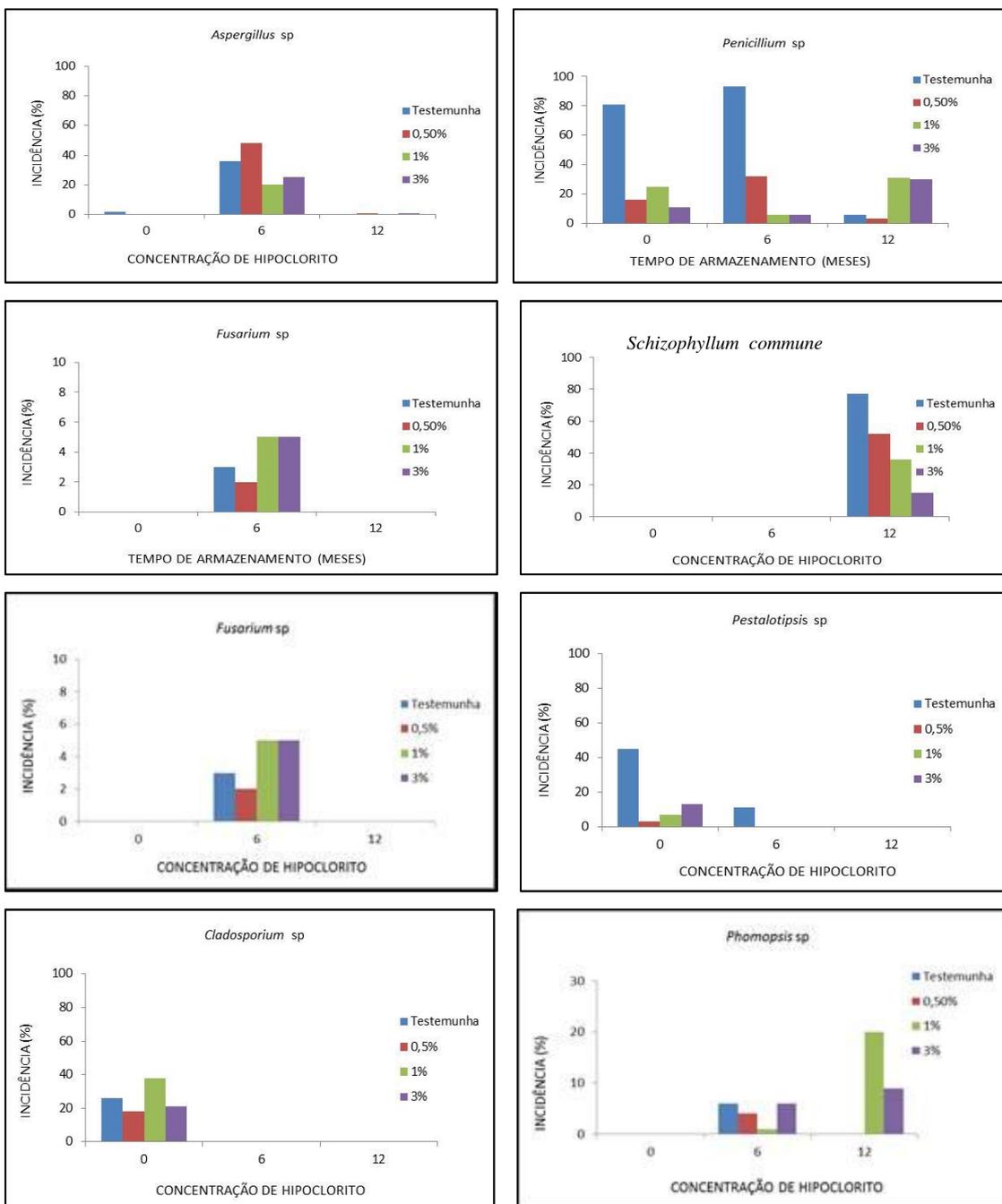


Figura 9 – Incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio nas concentrações 0,5%; 0,12%; 3%, e testemunha, armazenadas por 0, 6 e 12 meses.

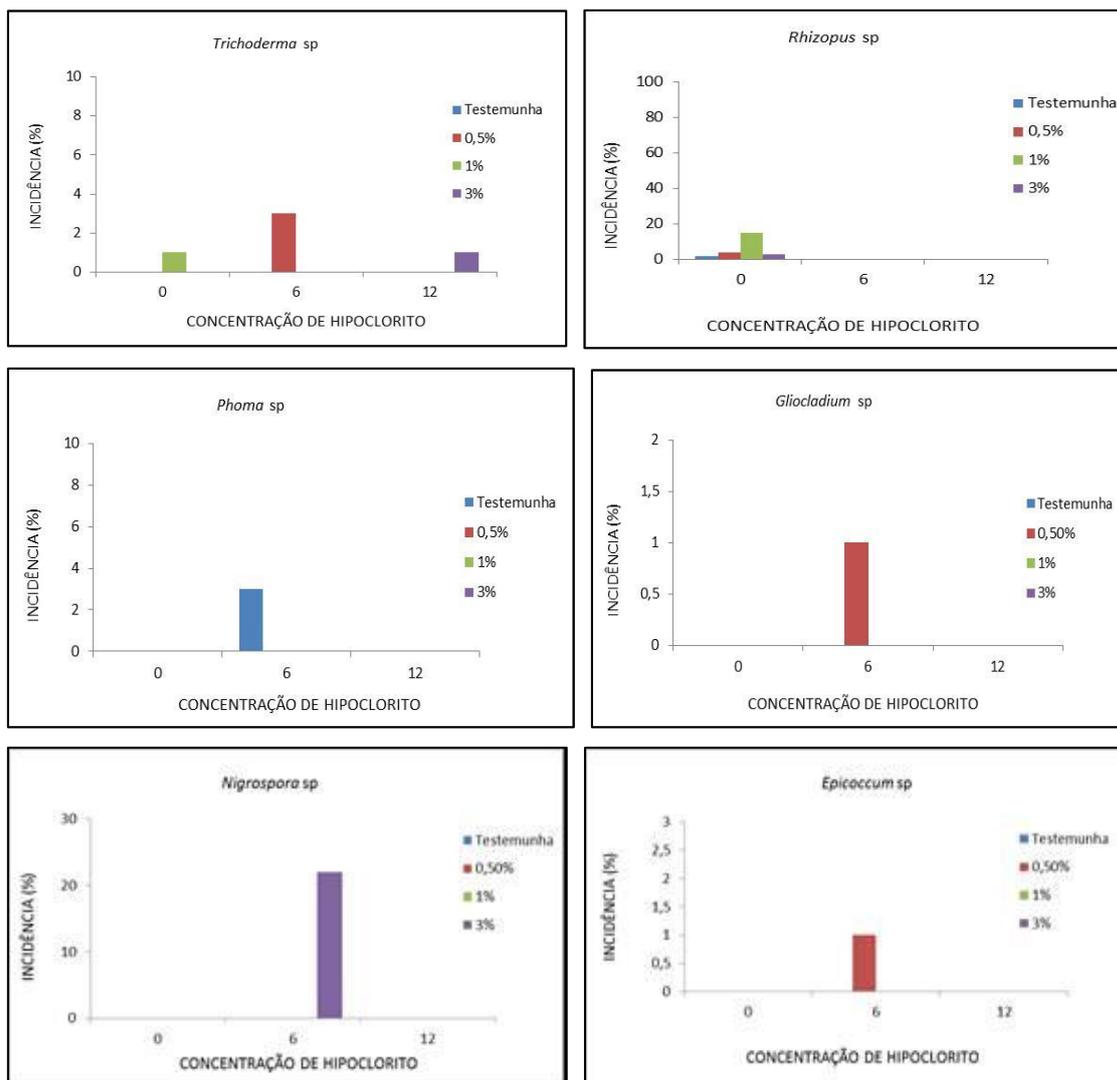


Figura 10 – Incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio nas concentrações 0,5%; 1%; 3%, e testemunha, armazenadas por 0, 6 e 12 meses.



Figura 11 – Início de desenvolvimento de fungos em sementes de araucária (A); semente de araucária totalmente contaminada por fungos de armazenamento (B); Picnídios de *Phoma* na parte externa da semente de araucária (C).

Com o objetivo de complementar o trabalho de levantamento de quais fungos estariam presentes nas sementes de araucária em estudo, foram realizadas testes de sanidade com as

sementes não germinadas, durante o teste de germinação em BOD. A diversidade e incidência de fungos saprófitas foram maiores nessas sementes, por tratar-se de sementes já em avançado estado de deterioração. Isto se deve ao tempo de incubação, de 60 dias, o contato com vermiculita e alto grau de umidade, tonando-se o ambiente favorável para o desenvolvimento desses microrganismos.

Nas figuras 12 e 13 pode se observar a incidência, em porcentagem, de fungos em sementes de araucária que não germinaram durante o teste de germinação.

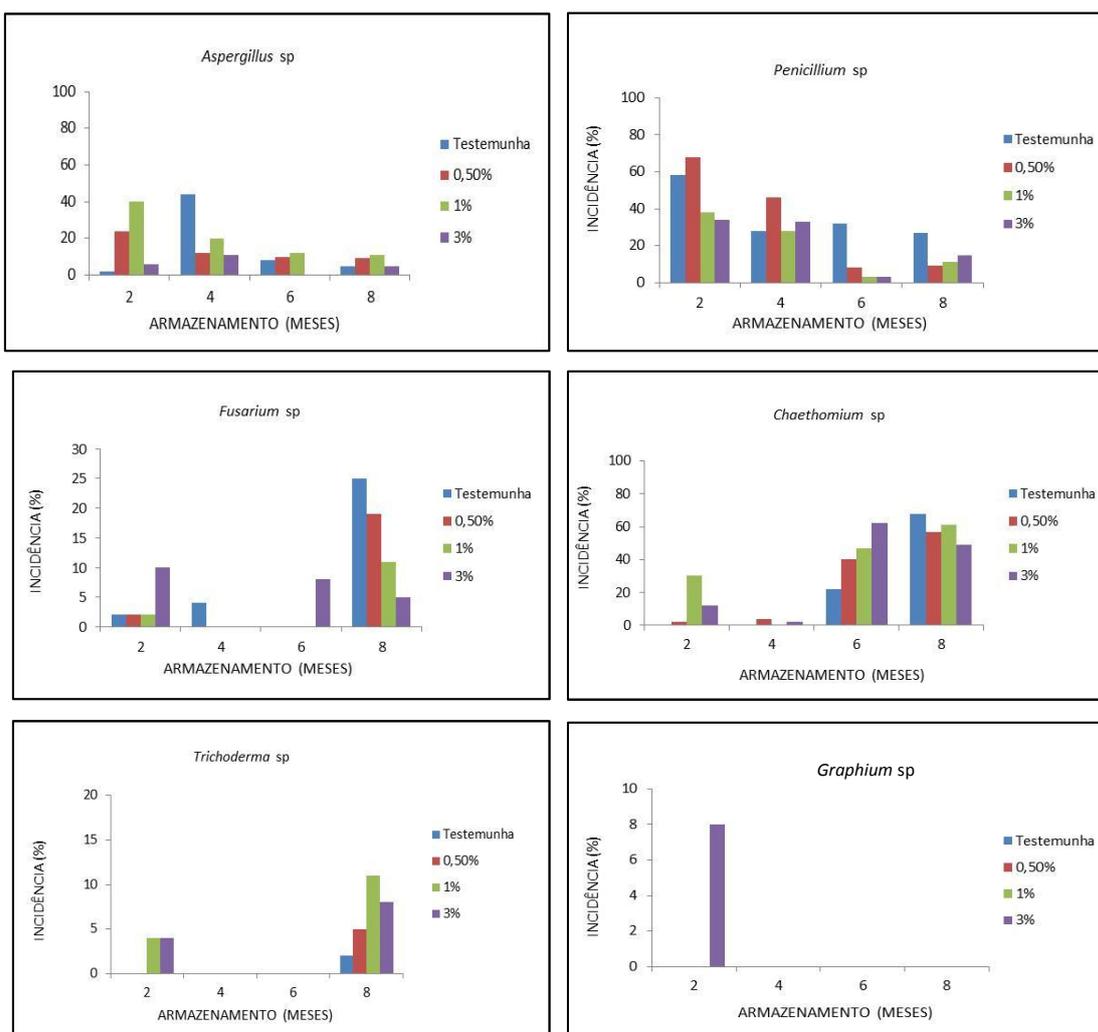


Figura 12 – Incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio nas concentrações 0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por 2, 4, 6 e 8 meses, que não germinaram no teste de germinação.

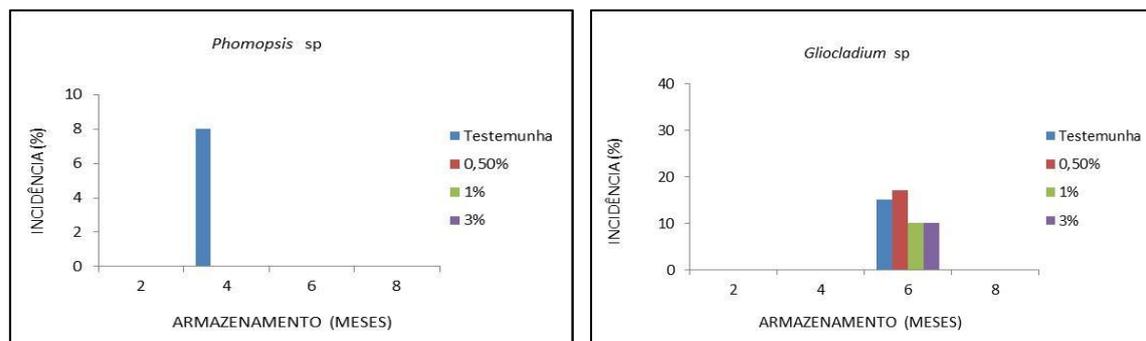


Figura 13 – Incidência de fungos em sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio nas concentrações 0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por 2, 4, 6 e 8 meses, que não germinaram no teste de germinação.

Sementes armazenadas por dois meses apresentaram o desenvolvimento dos fungos, *Trichoderma sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, e *Chaetomium sp.*. Entre a testemunha e as sementes tratadas com NaClO, houve diferença significativa para o fungo *Penicillium sp.*, e altamente significativo para *Aspergillus sp.* e *Chaetomium sp.* (Tabela 30, Anexo), porém para o gênero *Fusarium*, considerado um fungo potencialmente patogênico, não houve diferença no controle entre os tratamentos. Para o gênero *Penicillium* o tratamento com 0,5% de NaClO diferiu dos demais tratamentos (1 e 3%). *Aspergillus sp.* diferiu estatisticamente entre a testemunha e os tratamentos com NaClO. Com o fungo *Chaetomium sp.* houve diferença entre todos os tratamentos (testemunha e 0,5, 1 e 3%).

Sementes armazenadas por quatro meses apresentaram desenvolvimento dos gêneros *Penicillium e Aspergillus* em todos os tratamentos (Figura 12), porém só houve diferença significativa no controle para o fungo *Aspergillus sp.* (Tabela 31, Anexo). A testemunha apresentou maior incidência, sementes tratadas não apresentaram diferença entre si. A alta frequência desses organismos parece estar relacionada com a idade e condições de armazenamento das sementes, visto tratar-se de fungos de armazenamento (RODRIGUES e MENEZES, 2002). *Fusarium sp.* e *Phomopsis sp.* considerados fungos potencialmente patogênicos apareceram somente em sementes não tratadas com NaClO.

Após seis meses ocorreu uma maior incidência do fungo *Chaetomium sp.* entre os tratamentos, considerado um saprófita. Este fungo juntamente com *Fusarium sp.* infestaram em sua maioria sementes tratadas com 3% de NaClO. Resultado semelhante foi relatado por Oliveira *et al.*, (2011) que ao avaliar sementes tratadas com fungicidas (Carboxin + Thiram) e armazenadas juntamente com sementes não tratadas e armazenadas observaram redução na incidência de fungos como *Penicillium sp.*, *Pestalotiopsis sp.* e *Cladosporium sp.*. Porém,

Cladosporium sp. e *Botrytis* sp., apresentaram elevada incidência após 90 dias de armazenamento apenas em sementes tratadas.

Penicillium sp. e *Chaetomium* sp. foram os únicos gêneros que apresentaram diferença significativa entre testemunha e sementes tratadas com NaClO. *Aspergillus* sp. apresentou diferença significativa somente entre os tratamentos 1% e 3% de NaClO (Tabela 23, Anexo).

O controle dos fungos *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. quanto a incidência em sementes deve ser de vital importância, pois, a alta porcentagem de infestação de tais gêneros tende a reduzir sua viabilidade e interferir nas condições de armazenamento das mesmas, sendo responsáveis por reduções na viabilidade e longevidade das sementes (CARNEIRO, 1990).

Aos oito meses ocorreu novamente maior frequência do gênero *Chaetomium* sp., apresentando desenvolvimento em 59% das sementes avaliadas (Tabela 10). Porém, com o aumento na concentração de NaClO ocorreu controle desse fungo, o mesmo foi se observado para o gênero *Fusarium*.

Fungos de armazenamento como *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. e *Trichoderma* sp. também se desenvolveram. Porém somente o gênero *Fusarium* apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 31, Anexo). O gênero *Fusarium* pode contaminar as sementes durante a formação ou a maturação do fruto, sendo este responsável por problemas frequentes em sementes de espécies florestais, ocasionando tombamento de plântulas em pré ou pós emergência (FERREIRA, 1989).

Espécies florestais da Mata Atlântica tratadas com fungicida e NaClO (1%) tiveram a incidência de fungos como *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Alternaria* sp. e *Penicillium* sp.. Silva *et al.*, (2011) relataram redução na incidência desses fungos quando as sementes foram tratadas com fungicidas e desinfestadas com NaClO, o gênero *Aspergillus* teve desenvolvimento inibido pelo tratamento indicando se tratar de infestação superficial deste patógeno, todavia para o gênero *Fusarium* o tratamento com NaClO não foi eficiente.

Os maiores problemas ligados a doenças em espécies florestais ocorrem durante a fase inicial de formação da muda em viveiros, e são geralmente causadas por fungos (Carneiro 1995). Os resultados obtidos nesse trabalho estão de acordo com os citados por Carneiro (1995), pois durante a análise sanitária das sementes, os fungos foram os únicos microrganismos detectados.

Gêneros como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Pestalotiopsis*, *Fusarium*, *Phoma*, *Chaetomium* que foram associados a sementes de araucária podem ser observados na figura 11.

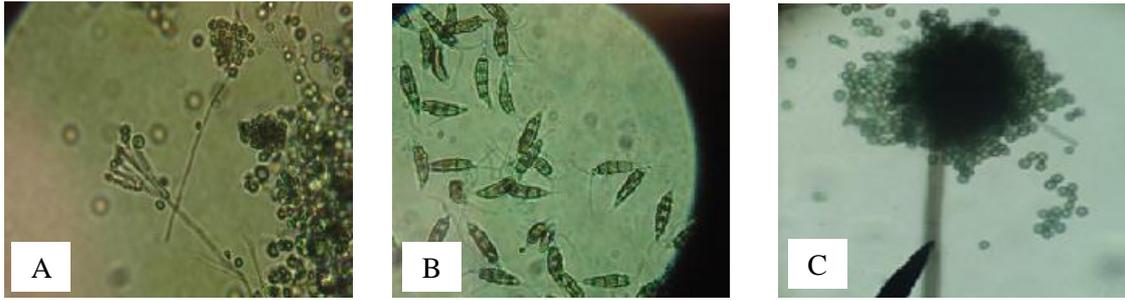


Figura 14 - Estrutura de fungos detectados em sementes de araucária: *Penicillium* sp (A); *Pestalotiopsis* sp (B); *Aspergillus* sp (C).

A seguir estão figuras de sementes de araucária infestadas com o fungo *Schizophyllum commune* durante o teste de sanidade, germinação e em canteiro em casa de vegetação.

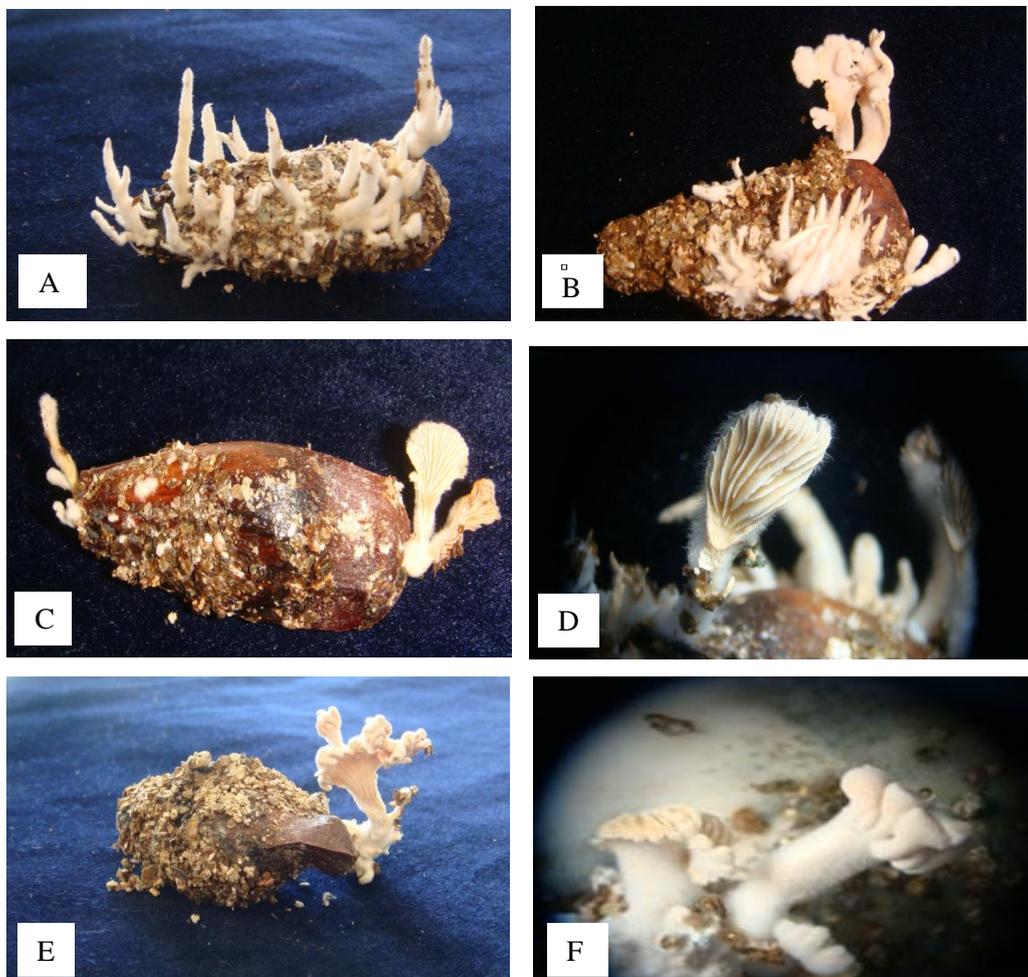


Figura 15 - *Schizophyllum commune* em sementes de araucária aos 12 meses de armazenamento (A,B,C,D,E,F).

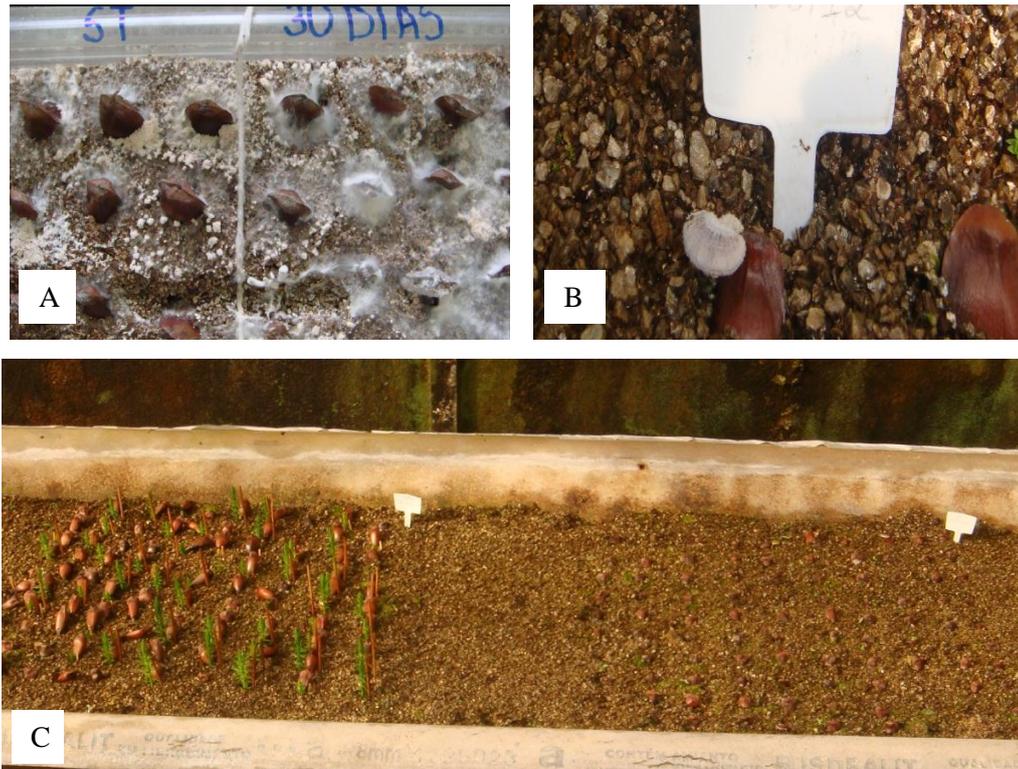


Figura 16 - *Schizophyllum commune* em sementes de araucária durante teste de germinação (A); *Schizophyllum commune* em sementes de araucária em canteiro em casa de vegetação (B, C).

4.4 ALTURA DE PLÂNTULA EM CANTEIRO E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA

Os tratamentos em sementes armazenadas por 12 meses e sem armazenamento, não diferiram estatisticamente (Tabela 33, Anexo).

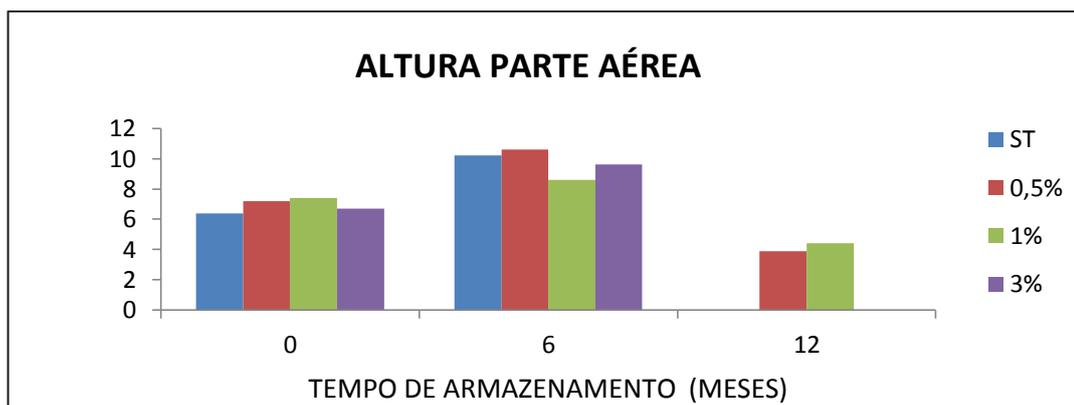


Figura 17 – Altura média (%) parte aérea de plântula de araucária tratadas com hipoclorito de sódio 0,5%; 1%; 3%) e testemunha, armazenadas por até 12 meses.

Aos seis meses de armazenamento não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos, porém houve aumento na altura quando comparada com sementes não armazenadas. Fatores externos, como temperatura mais elevada, devem ter contribuído para essa diferença. Sementes sem armazenamento foram semeadas durante o inverno, e aos 6 meses após a semeadura, durante o verão, com temperaturas mais elevadas, favoreceu uma maior altura para sementes as mesma.

Outro fator que pode ter influenciado foi observado por Caçola *et al.*, (2006) que relataram que o tempo de armazenamento interfere no crescimento inicial de plântulas de araucária. Esses autores armazenaram as sementes por 0, 60, 120 e 180 dias, sendo as de 60 dias, em câmara fria, as que apresentaram melhores resultados. Para germinação não foram observados diferenças significativas entre os períodos de armazenamento de 60 e 120 dias, porém, para emergência os valores aumentaram de 60 para 120 dias. Assim, estes autores, concluíram que o maior crescimento da parte aérea das plântulas, a maior velocidade de germinação e emergência observadas em sementes armazenadas durante 60 dias, em relação ao observado em sementes recém colhidas, pode ser decorrente da quebra de dormência secundária ocorrida durante o período de exposição a baixas temperaturas que variaram entre 0° e 1°C.

Mesmo resultado foi relatado por Carrilho *et al.*, (2003) onde demonstraram que a dormência inicial em sementes de araucária é eliminada pelo curto armazenamento refrigerado.

Aos 12 meses houve diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos (Tabela 31, Anexo), sendo o melhor resultado obtido nas concentrações 0,5 e 1%, como apresentado a tabela 8:

Tabela 8– Média (cm) altura de plântulas de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses - Colombo PR

Concentração de hipoclorito (%)	Altura média (cm)
1	4,41 a
0,5	3,97 a
0	0,00 b

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Sementes não tratadas com NaClO e que apresentaram o desenvolvimento do fungo *Schizophyllum commune*, mostrou apodrecimento das sementes, impedindo sua germinação.

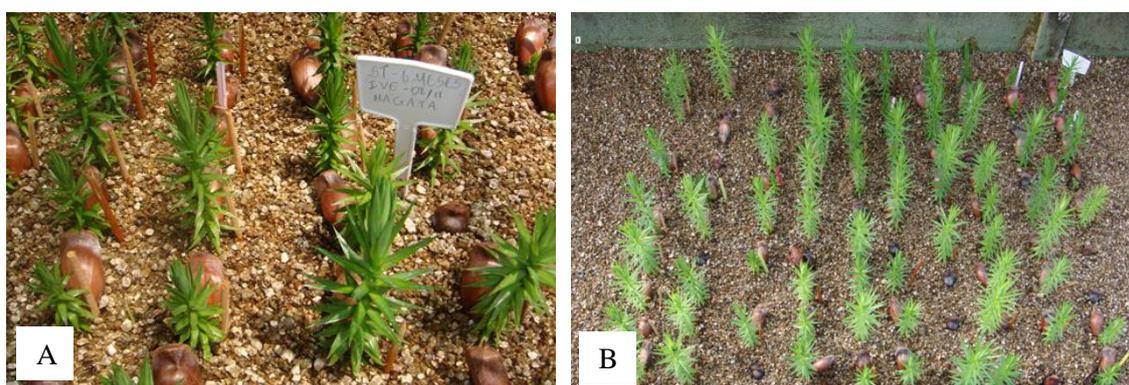


Figura 18 – Plântulas de araucária sem tratamento com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses.



Figura 19 – Escala de desenvolvimento de semente de araucária tratadas com 3% de hipoclorito de sódio e armazenadas por seis meses.

Como apresentado na tabela 9, as sementes sem armazenamento apresentaram médias próximas das sementes tratadas com NaClO. Este resultado reflete o obtido em câmara de germinação, onde a testemunha nos primeiros meses de armazenamento apresentou melhores resultados de germinação, quando comparada as sementes tratadas. A melhor velocidade de emergência foi obtida pela concentração 1%, seguida pela 3%, testemunha e por ultimo 0,5% (Tabela 9).

Tabela 9 – Médias de índice de velocidade de emergência e emergência de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses.

Tempo de armazenamento (meses)	Concentração de hipoclorito de sódio	Média de IVE	Emergência (%)
0	0	107	70
0	0,5	115	70
0	1	0,0983	56
0	3	0,1068	61
6	0	0,1529	68
6	0,5	0,1446	67
6	1	0,1097	56
6	3	172	61
12	0	0,0000	0
12	0,5	0,1158	58
12	1	124	55

* IVE: Índice de velocidade de emergência

Aos seis meses ocorreu um pequeno decréscimo na porcentagem de emergência das sementes armazenadas, quando comparadas sementes sem armazenamento. Essas sementes quando tratadas NaClO apresentou, ainda que baixo, atraso na germinação das sementes. Novamente a concentração 1% apresentou maior velocidade de emergência (Tabela 9).

Com um ano de armazenamento, sementes sem tratamento, não germinaram devido a alta incidência do fungo *Schizophyllum commune* responsável pelo apodrecimento das sementes. Sementes tratadas com as concentrações de 0,5% e 1% apresentaram emergência um pouco acima de 50% do lote.

Sementes sem tratamento apresentaram uma redução de 100% de emergência de plântula com um ano de armazenamento. Sementes tratadas também apresentaram redução na porcentagem de emergência, porém menos significativa que a testemunha.

Segundo Muniz *et al.*, (2007) em espécies florestais, o início do desenvolvimento das mudas é influenciada pela assepsia das sementes com hipoclorito de sódio. O tratamento de sementes pode influenciar na avaliação inicial de emergência, porque neste momento as plântulas ainda são dependentes da qualidade das sementes, sendo uma característica primordial para as mesmas expressar o seu potencial fisiológico.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

- As sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio apresentaram redução na germinação aos zero, dois e quatro meses de armazenamento;
- O hipoclorito de sódio não interferiu no desenvolvimento da parte aérea das plântulas de araucária;
- O hipoclorito de sódio reduziu a contaminação das sementes por fungos de armazenamento;
- O hipoclorito de sódio reduziu a contaminação de sementes pelo fungo *Schizophyllum commune*, aos 12 meses de armazenamento;
- As sementes não tratadas com hipoclorito de sódio, aos 12 meses de armazenamento, apresentaram 100% de apodrecimento associados com o fungo *Schizophyllum commune*, na avaliação da emergência.
- Com maior tempo de armazenamento houve redução na porcentagem de emergência de sementes de araucária.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, I.B., PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. Sementes florestais tropicais. **ABRATES**, Brasília, 1993, 350 p.

ANSELMINI, J.I.; ZANETTE, F.; BONA, C. Fenologia reprodutiva da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, na região de Curitiba – PR. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.13, n.1, p. 44- 52, 2006.

ASSUNÇÃO, M.M.C.; CAVALCANTI, M.A.Q.; MENEZES, M. *Schizophyllum commune* isolado como fungo endofítico de folhas de bananeira (*Musa* spp), em Pernambuco, Brasil. **Agrotropica**, Ilhéus, v.22, n.2, 2010.

AMARANTE, C.V.T.; MOTA, C.S.; MEGGUER, C.A.; IDE, G.M. Conservação pós colheita de pinhões [sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] armazenados em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p. 346-351, 2007.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Saint Paul, Minnesota: APS Press, p.218, 1998.

BEZERRA, J.L; OLIVEIRA, D.P. *Schizophyllum commune* como agente patogênico em sementes de dendê (*Elaeis guineenses*) na Bahia. **Revista Theobroma**, v.14, n.1, 1984.

BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Efeito da temperatura de secagem sobre o poder germinativo de sementes de *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. **Boletim de Pesquisa Florestal**, EMBRAPA-Colombo, n.2, p. 27-39, 1981.

BONOME, L.T.S.; OLIVEIRA, L.E.M.; GRACIANO, M.H.P.; MATTOS, J.O.S.; MESQUITA, A.C. Influência do tratamento fungicida e da temperatura sobre a qualidade fisiológica de sementes de seringueira durante o armazenamento. **Agrarian**, v.2, n.5, p.97-112. 2009.

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009.

CAÇOLA, A.V.; AMARANTE, C.V.T.; FLEIG, F.D.; MOTA, C.S. Qualidade fisiológica de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.). Kuntze submetidas a diferentes condições de armazenamento e a escarificação. **Ciência Florestal**, v.16, n. 4, p 391-398, 2006.

CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. Mata Atlântica – uma rede pela floresta. Brasília. RMA: 2006.

Disponível em: <[http // www.apremavi.org.br/download.php?codigoArquivo=93//](http://www.apremavi.org.br/download.php?codigoArquivo=93//)> Acesso em: 10/09/2012

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR, 1995. 451 p.

CARNEIRO, J. S. Qualidade sanitária de sementes de espécies florestais em Paraopeba MG. **Fitopatologia Brasileira**, v.15, n.1, p 75-77, 1990.

CARVALHO, P.E.R. Espécies Florestais Brasileiras, recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisas e Florestas** – Colombo, 1994. 640p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Fundação Cargill, Campinas, 1980, 326 p.

COUTINHO, W.M.; PEREIRA, L.A.A.; MACHADO, J.C.; FREITAS-SILVA, O.; PENA, R.C.M.; MAGALHÃES, F.H.L. Efeitos de hipoclorito de sódio na germinação de conídios de alguns fungos transmitidos por sementes. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, n.3, p. 552-555, 2000.

COUTO, J.M.F.; OTONI, W.C.; PINHEIRO, A.L.; FONSECA, E.P. Desinfestação e germinação *in vitro* de sementes de mogno. **Revista Árvore**. v.28, n.5, p.633-642, 2004.

DELOUCHE, J.C. Germinação, Deterioração e Vigor da Semente. **Revista SEED News**, v.6, n.6, p.1-7. 2002.

DHINGRA, O.D. Prejuízos causados por microrganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.7, n.1, p. 139-145, 1985.

EIRA, M.T.S.; SALOMÃO, A.N.; CUNHA, R; CARRARA, D.K.; MELLO, C.M.C. Efeito do grau de umidade sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.). O Ktze – *Araucariaceae*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.1, p.71- 75, 1994.

FAIAD, M.G.R; SALOMÃO, A.N; CUNHA, R; PADILHA, L. S. Efeito do hipoclorito de sódio sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Commiphora leptophloeos* (Mart) J. B. Gillet. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.14-17, 1997.

FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P.; WALTHERS, C. Subcellular organization and metabolic activity during the development of seeds that attain different levels of desiccation tolerance. **Seed Science Research**, v.7, p.135-144, 1997.

FERREIRA, F.A. **Patologia Florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: SIF, 1989. 570 p.

FERREIRA, S.A.N., SANTOS, L.A. Efeito da velocidade de secagem sobre a emergência e vigor de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes Kunth*). **Acta Amazônica**, v. 23, n. 1, p.3-8, 1993.

FIGLIOLA, M.B. Colheita de sementes, In: **Manual Técnico de Sementes Florestais**, IF Série Registros, São Paulo, n.14, p.1-12, 1995.

FLORIANO E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**, Caderno Didático nº 2, 1ed./ Eduardo P. Floriano Santa Rosa, 2004.

FONSECA, S.C.L; FREIRE, H.B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós - colheita. **Bragantia**, v.62, n.2, p.297-303, 2003.

FOWLER, J.P.; BIANCHETTI, A.; ZANON, A. Conservação de sementes de pinheiro do Paraná sob diferentes condições de ambientes e embalagens. EMBRAPA Comunicado técnico n. 34, 1998. 4 p.

GENTIL, D.F.O. **Conservação de sementes de *Coffea arabica* L.: interferências do grau de umidade e da temperatura**. Piracicaba, 41f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo. 1999.

HARMON, G.G; PFLEGER, F.L. Pathogenicity and infection sites of *Aspergillus* species in stored seeds. **Phytopathology**, Saint Paul, v.64, n.10, p.1339-1344, 1974.

HENNING, A.A. **Patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1994. 43p. Documentos nº 90.

HENNING, A.A. **Patologia e Tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed.- Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2005. p. 1-52 Documento 264.

HIRANO, E. **Maturação fisiológica, tolerância à dessecação e conservação de sementes de lauráceas da mata de araucária de Santa Catarina**. Curitiba, 132 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Federal do Paraná, 2004.

KOCH, Z.; CORRÊA, M. C. **Araucária: A Floresta do Brasil Meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002, 148 p.

KUNIYOSHI, Y.S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com Araucária**. Dissertação (Mestrado em Ciência) Universidade Federal do Paraná, 1983.

LIMA, A.R.; CAPOBIANCO, J.P.R. **Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação**. Documentos n. 004. Instituto Sócio Ambiental, Brasília. 1997.

MACHADO, J.C. **Tratamentos de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138p.

MEDEIROS, A.C.S; EIRA, M.T.S. Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de sementes florestais nativas. **Embrapa – Floresta**, Circular Técnica, 2006.

MEDEIROS, A.C.S.; MENDES, M.A.S.; FERREIRA, M.A.S.V.; ARAGÃO, F.J.L. Avaliação quali-quantitativa de fungos associados a sementes de Aroeira (*Astronium urundeuva* (FR. ALL.) ENGL.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.1, p.51-55, 1992.

MENDONÇA, R.M.N.; DIAS, D.C.F. Conservação de sementes de fruteiras tropicais recalcitrantes: uma abordagem. Revisão bibliográfica. **Agropecuária Técnica**, v.21, n.1/2, p.57-73 2000.

MIYOSHI, K.; MII, M. Stimulatory effects of sodium and calcium hypochlorite, pre-chilling and cytokinins on the germination of *Cypripedium macranthos* seed in vitro. **Physiologia Plantarum**, v.102, n.4, p.481-486, 1998.

MUNIZ, M.F.B; SILVA, L.M; BLUME, E. Influência da assepsia e do substrato na qualidade de sementes e mudas de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.140-146, 2007.

NETTO, D. A. M; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.1, p.75-80, 1995.

NEVES, C.S.V.J. **Avaliação de métodos para conservação de sementes de abacateiro (*Persea sp.*)**. Piracicaba, 81p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 1991.

NEVES, C.S.V.G. Sementes recalcitrantes. Revisão de Literatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1459-1467, 1994.

OLIVEIRA, C.F; OLIVEIRA, D.C; PARISI, J.J.D.; BARBEDO, C.J. Deterioração de sementes de espécies brasileiras de *Eugenia* em função da incidência e do controle de fungos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.520-532, 2011.

PARISI, J.J.D. **Associação entre fungos e a viabilidade de sementes de *Inga vera* subsp. *Affinis* (DC.) T.D. Penn. durante o armazenamento.** Campinas, 80f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, 2012.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**, Agiplan, Brasília, 1977, 289p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes** 2ª edição. Brasília, 1985, 289p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (2011). Disponível em: <http://www.R-project.org/>

RIZZINI, C.T. **Árvores de madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira.** 2.ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1978. 296p.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, p. 499-514, 1973.

RODRIGUES, A.A.C; MENEZES, M. Detecção de fungos endofíticos em sementes de caupi provenientes de Serra Talhada e de Caruaru, estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, n.5, p.532-537, 2002.

SALOMÃO, A.N.; CUNHA, R.; EIRA, M.T.S.; SANTOS, I.R.I. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de Araucária angustifolia (Bert) O. KTZE. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.1, p. 71-75, 1994.

SANTOS, F.E.M; SOBROSA, R.C; COSTA, I.F.D; CORDER, M.P.M. Detecção de fungos patogênicos em sementes de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Ciência Florestal**, v.11, n.1, p.13-20, 2001.

SANTOS A.F.; MEDEIROS, A.C.S.; SANTANA, D.L. **Fungos associados a sementes de espécies arbóreas da mata atlântica**. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 2001. p.57-70. (Boletim de Pesquisa Florestal, 42).

SILVA, S.C.; THUNG, M.; AIDAR, H. Produção de sementes sadias de feijão em várzeas tropicais. Embrapa Arroz e Feijão, n.4, 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>> Acesso em 05/08/2012.

SOUZA, M.S.R; CARDOSO, E.J.B.N. Practical method for germination of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze seeds. **Scientia Agrícola**, v. 60, n. 2, p. 389-391, 2003.

TOMPSETT, P.B. **Desiccation studies in relation to the storage of Araucaria seed**. Annals of Applied Biology, n 103, p 581-586, 1984.

TURNER, P.D.; BULL, R.A. Diseases and disorders of the oil palm in Mlaysia. **Kuala Lumpur, Incorporated Society of Planters**. p.274. 1969.

TURNER, P. D.; GILBANKS, R.A. Oil palm cultivation and management. **Kuala Lumpur, Incorporated Society of Platers**. p.672. 1974.

WALTERS, C. Levels of recalcitrance in seeds, **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 12, ed. p.7-21, 2000.

WENNY, D. L.; DUMROESE, R. K. Germination of conifer seeds surface sterilized with bleach. **Tree Planters' Notes** 38(3):p.8-21. 1987.

7. APÊNDICE

Tabela 10 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para as variáveis primeira contagem, germinação e comprimento de radícula de sementes de araucária em função dos tratamentos com hipoclorito de sódio - Colombo PR

Tempo de armazenamento	Primeira Contagem			
	Concentração de hipoclorito de sódio (%)			
	0	0,5	1	3
0	0,38±0,216	0,11±0,059	0,13±0,081	0,09±0,038
2	0,3±0,138	0,21±0,17	0,14±0,13	0,52±0,205
4	0,33±11	0,17±0,148	0,37±0,117	0,18±0,051
6	0,03±0,038	0,23±0,218	0,15±11	0,4±0,166
8	0,24±0,16	0,15±0,151	0,54±12	0,21±0,059
12	0,02±0,023	0,32±0,163	0,28±0,328	0,38±0,287
	Germinação			
	0	0,5	1	3
0	0,79±0,093	0,11±0,059	0,17±0,059	0,13±0,049
2	0,5±0,152	3±0,166	0,23±0,087	0,47±0,108
4	0,71±0,087	0,31±0,176	0,46±0,152	0,46±0,214
6	0,07±0,087	0,19±0,242	0,04±0,078	0,19±0,049
8	0,28±0,045	0,17±11	0,69±0,57	0,3±0,58
12	0,03±0,038	0,28±0,21	0,24±0,288	0,37±0,269
	Comprimento de radícula			
	0	0,5	1	3
0	2,685±0,729	0±0	0,09±0,176	0,094±0,184
2	1,41±0,595	1,15±0,67	0,525±0,372	2,495±0,797
4	2,565±0,305	0,512±0,34	0,994±0,466	0,569±0,373
6	0,2±0,236	0,51±0,678	11±0,237	0,558±0,216
8	0,635±0,351	0,345±0,267	1,802±0,423	0,615±0,104
12	0,08±0,102	18±0,836	0,86±166	1,92±1,621

Tabela 11- Porcentagem de germinação na primeira contagem de sementes de araucária tratadas e armazenadas por até 12 meses

Concentração de NaClO (%)	Tempo de armazenamento (meses)					
	0	2	4	6	8	12
Testemunha	38	30	33	3	24	2
0,5	11	21	17	2	15	32
1	13	14	37	15	54	28
3	9	52	18	40	21	38

Tabela 12 – Germinação média (%) de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por até 12 meses

Concentração de NaClO (%)	Tempo de armazenamento (meses)					
	0	2	4	6	8	12
Testemunha	79	50	71	7	28	3
0,5	11	36	31	19	17	28
1	17	23	46	4	69	24
3	13	47	46	19	30	37

Tabela 13. Valores da análise de *deviance*, para as variáveis primeira contagem e germinação, e ANOVA para a variável comprimento de radícula, de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas - Colombo PR

Tempo de armazenamento meses	Níveis descritivos de probabilidade do teste		
	Comprimento de radícula	Primeira contagem	Germinação
0	<0,001***	<0,001***	0,0025**
2	0,007**	0,0151*	0,7350ns
4	<0,001***	0,0371*	0,4411ns
6	0,3544ns	0,0032**	0,3926ns
8	<0,001***	<0,001***	0,8294ns
12	0,17271ns	0,0468*	0,0881ns

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; *** significativo ao nível de 0,1% de probabilidade; ns não significativo estatisticamente

Tabela 14 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio sem armazenamento - Colombo – PR

Tratamentos	<i>Penicillium sp</i>	<i>Aspergillus sp</i>	<i>Fusarium sp</i>	<i>Phomopsis sp</i>
0	0,81±0,077	0,02±0,028	0±0	0±0
0,5	0,16±0,072	0±0	0±0	0±0
1	0,25±0,085	0±0	0±0	0±0
3	0,11±0,52	0±0	0±0	0±0

Tratamentos	<i>Phoma sp</i>	<i>Pestalotiopsis sp</i>	<i>Trichoderma sp</i>	<i>Gliocladium sp</i>
0	0±0	0,45±0,098	0±0	0±0
0,5	0±0	0,03±0,034	0±0	0±0
1	0±0	0,07±0,05	0,01±0,02	0±0
3	0±0	0,13±0,56	0±0	0±0

Tratamentos	<i>Epicoccum sp</i>	<i>Rhizopus sp</i>	<i>Nigrospora sp</i>	<i>Cladosporium sp</i>
0	0±0	0,02±0,028	0±0	0,27±0,087
0,5	0±0	0,04±0,039	0±0	0,17±0,074
1	0±0	0,16±0,072	0±0	0,38±0,096
3	0±0	0,02±0,028	0±0	0,21±0,08

Tabela 15 - Análise de *deviance* da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e sem armazenamento - Colombo-PR

Variáveis	Tratamentos
<i>Penicillium</i>	<0,001***
<i>Aspergillus</i>	-
<i>Fusarium</i>	-
<i>Phomopsis</i>	-
<i>Epicoccum</i>	-
<i>Rhizopus</i>	0,5732ns
<i>Phoma</i>	-
<i>Pestalotia</i>	<0,001***
<i>Trichoderma</i>	-
<i>Gliocladium</i>	-
<i>Nigrospora</i>	-
<i>Cladosporium</i>	<0,0048**

*nível descritivo de probabilidade significativo e *** altamente significativo, respectivamente; ns nível descritivo de probabilidade não significativo.

Tabela 16 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses - Colombo - PR

Concentração de hipoclorito				
(%)	<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Phomopsis</i>
0	0,93±0,05	3±0,095	0,03±0,035	0,5±0,047
0,5	0,32±0,092	0,48±0,098	0,02±0,028	0,04±0,039
1	0,5±0,047	0,2±0,079	0,05±0,043	0±0
3	0,5±0,047	0,25±0,085	0,05±0,043	0±0

Concentração de hipoclorito					
(%)	<i>Epicoccum</i>	<i>Phoma</i>	<i>Pestalotiopsis</i>	<i>Trichderma</i>	<i>Gliocladium</i>
0	0±0	0,03±0,035	0,11±0,52	0±0	0±0
0,5	0,01±0,02	0±0	0±0	0,03±0,034	0,01±0,02
1	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
3	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0

Tabela 17 - Análise de *deviance* da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses - Colombo-PR

Variáveis	Tratamentos
<i>Penicillium</i> sp	<0,001***
<i>Aspergillus</i> sp	0,0126*
<i>Fusarium</i> sp	0,3936ns
<i>Phomopsis</i> sp	-
<i>Epicoccum</i> sp	-
<i>Rhizopus</i> sp	-
<i>Phoma</i> sp	-
<i>Pestalotia</i> sp	-
<i>Trichoderma</i> sp	-
<i>Gliocladium</i> sp	-
<i>Nigrospora</i> sp	-

*nível descritivo de probabilidade significativo; *** altamente significativo; ns nível descritivo de probabilidade não significativo.

Tabela 18 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses - Colombo – PR

Concentração de hipoclorito	<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Penicillium</i> sp	<i>Aspergillus</i> sp	<i>Trichoderma</i> sp	<i>Phomopsis</i> sp
0	0.77±0.083	0,5±0.047	0±0	0±0	0±0
0,5	0.53±0.098	0.03±0.034	0.01±0.02	0±0	0±0
1	3±0.095	0.31±0.091	0±0	0±0	0.2±0.079
3	0.15±0.07	0.3±0.09	0.01±0.02	0.01±0.02	0.08±0.053

Tabela 19 - Análise de *deviance* da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 12 meses - Colombo-PR

Variáveis	Tratamentos
<i>Penicillium</i> sp	<0,001***
<i>Schizophyllum commune</i>	<0,001***
<i>Phomopsis</i> sp	<0,001***

*nível descritivo de probabilidade significativo; ***altamente significativo; ns nível descritivo de probabilidade não significativo.

Tabela 20 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 2 meses.

Concentração de hipoclorito	<i>Penicillium sp</i>	<i>Apergillus sp</i>	<i>Chaetomium sp</i>	<i>Gliocladium sp</i>
0	0.54±0.14	0.02±0.04	0±0	0±0
0,5	0.68±0.131	0.24±1	0.02±0.039	0±0
1	3±0.134	0.4±0.137	1±0.091	0±0
3	0.38±0.136	0,5±0,56	0.3±18	0±0

Concentração de hipoclorito	<i>Trichoderma sp</i>	<i>Fusarium sp</i>	<i>Phomopsis sp</i>	<i>Graphium sp</i>
0	0±0	0.02±0.039	0±0	0±0
0,5	0±0	0.02±0.039	0±0	0±0
1	0.04±0.055	0.1±0.084	0±0	0±0
3	0.04±0.055	0.02±0.039	0±0	0.08±0.076

Tabela 21 - Análise de *deviance* da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 2 meses - Colombo-PR

Variáveis	Tratamentos
<i>Penicillium sp</i>	0,0033**
<i>Aspergillus sp</i>	<0,001***
<i>Chaetomium sp</i>	<0,001***
<i>Fusarium sp</i>	0,1539ns

*nível descritivo de probabilidade significativo **altamente significativo; ns nível descritivo de probabilidade não significativo.

Tabela 22 - Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 2 meses - Colombo – PR

Contrastes	<i>Penicillium sp</i>	<i>Aspergillus sp</i>	<i>Chaetomium sp</i>
T1 vs T2, T3, T4	0,4140ns	<0,001***	<0,001***
T2 vs T3, T4	<0,001***	0,8916 ns	<0,001***
T3 vs T4	0,8359ns	<0,001***	0,0252*

*nível descritivo de probabilidade significativo ***altamente significativo; ns nível descritivo de probabilidade não significativo.

T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Tabela 23 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 4 meses.

Concentração de hipoclorito	<i>Penicillium</i> sp	<i>Aspergillus</i> sp	<i>Chaetomium</i> sp	<i>Gliocladium</i> sp
0	0.32±0.187	0.44±0.199	0±0	0±0
0,5	0.46±0.14	1±0.091	0.04±0.055	0±0
1	0.45±17	0.2±0.134	0±0	0±0
3	0.286±0.152	0.133±0.087	0.017±0.033	0±0

Concentração de hipoclorito	<i>Trichoderma</i> sp	<i>Fusarium</i> sp	<i>Phomopsis</i> sp	<i>Graphium</i> sp
0	0±0	0.04±0.078	0.08±0.109	0±0
0,5	0±0	0±0	0±0	0±0
1	0±0	0±0	0±0	0±0
3	0±0	0±0	0±0	0±0

Tabela 24 - Análise de *deviance* da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 4 meses - Colombo-PR

Variáveis	Tratamentos
<i>Penicillium</i> sp	0,2582ns
<i>Aspergillus</i> sp	0,0102*

*nível descritivo de probabilidade significativo *** altamente significativo; ns nível descritivo de probabilidade não significativo.

Tabela 25 - Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 4 meses - Colombo – PR

Contrastes	<i>Aspergillus</i> sp
T1 vs T2, T3, T4	0,0014 **
T2 vs T3, T4	0,5325ns
T3 vs T4	0,3956ns

** nível descritivo de probabilidade significativo; ns nível descritivo de probabilidade não significativo.
T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Tabela 26 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses

Concentração de hipoclorito (%)	<i>Penicillium sp</i>	<i>Aspergillus sp</i>	<i>Chaetomium sp</i>	<i>Gliocladium sp</i>
0	0.325±0.147	0.075±0.083	0.225±0.131	0.15±0.112
0,5	0±0	0.15±0.112	0.4±0.154	0.15±0.112
1	0.075±0.083	0±0	0.475±0.157	0.1±0.094
3	0.15±0.112	0.15±0.112	0.625±0.152	0.1±0.094

Concentração de hipoclorito (%)	<i>Trichodermasp</i>	<i>Fusarium sp</i>	<i>Phomopsis sp</i>	<i>Graphium sp</i>
0	0±0	0±0	0±0	0±0
0,5	0±0	0±0	0±0	0±0
1	0±0	0±0	0±0	0±0
3	0±0	0.075±0.083	0±0	0±0

Tabela 27 - Análise de *deviance* da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses - Colombo-PR

Variáveis	Tratamentos
<i>Penicillium sp</i>	<0,001***
<i>Aspergillus sp</i>	0,0140ns
<i>Chaetomium sp</i>	0,0029**
<i>Gliocladium sp</i>	0,8207ns

** nível descritivo de probabilidade significativo ***altamente significativo; ns nível descritivo de probabilidade não significativo.

T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Tabela 28- Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses - Colombo – PR

Contrastes	<i>Penicillium sp</i>	<i>Aspergillus sp</i>	<i>Chaetomium sp</i>
T1 vs T2, T3, T4	<0,001***	0,6310ns	0,0018**
T2 vs T3, T4	0,0333*	0,2085ns	104ns
T3 vs T4	0,0387*	0,0030**	0,1767ns

*** nível descritivo de probabilidade altamente significativo; ns nível descritivo de probabilidade não significativo.

T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Tabela 29 - Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para a variável sanidade de sementes de araucária em funções dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenadas por 8 meses.

Concentração de hipoclorito (%)	<i>Penicillium sp</i>	<i>Aspergillus sp</i>	<i>Chaetomium sp</i>	<i>Gliocladium sp</i>
0	0.277±19	0.085±0.072	0.702±0.132	0±0
0,5	0.094±0.079	0.094±0.079	0.611±0.232	0±0
1	0.136±0.088	0.111±0.149	0.492±19	0±0
3	0.111±0.149	0.043±0.058	0.604±0.133	0±0

Concentração de hipoclorito (%)	<i>Trichoderma sp</i>	<i>Fusarium sp</i>	<i>Phomopsis sp</i>	<i>Graphium sp</i>
0	0.021±0.042	0.255±16	0±0	0±0
0,5	0.057±0,53	0.208±0.11	0±0	0±0
1	0.111±0.149	0.111±0.149	0±0	0±0
3	0.085±0.072	0.051±0.057	0±0	0±0

Tabela 30 - Análise de *deviance* da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 8 meses - Colombo-PR

Variáveis	Tratamentos
<i>Penicillium sp</i>	0,0845 ns
<i>Aspergillus sp</i>	0,6973 ns
<i>Chaetomium sp</i>	0,1770 ns
<i>Trichoderma sp</i>	0,4097 ns
<i>Fusarium sp</i>	0,0131*

* nível descritivo de probabilidade significativo; ns nível descritivo de probabilidade não significativo.

Tabela 31 - Contrastes ortogonais da variável qualidade sanitária de sementes de araucária tratadas com hipoclorito de sódio e armazenadas por 6 meses - Colombo – PR

Contrastes	<i>Fusarium sp</i>
T1 vs T2, T3, T4	0,0406*
T2 vs T3, T4	0,0157*
T3 vs T4	0,3911ns

* nível descritivo de probabilidade significativo; ns nível descritivo de probabilidade não significativo
T1 – Testemunha; T2 – 0,5%; T3 – 1%; T4 – 3%

Tabela 32- Intervalos de confiança de 95% de probabilidade para altura em função dos tratamentos

Tratamento com hipoclorito de sódio (%)				
Tempo de armazenamento	0	0,5	1	3
0	6,48±1,223	7,208±0,527	7,48±0,761	6,731±0,763
6	10,237±1,489	10,697±1,307	8,655±1,157	9,691±1,551
12	0±0	3,97±0,788	4,411±0,694	

Tabela 33 - Valores de ANOVA para a variável altura de plântula em função dos tratamentos com hipoclorito de sódio e armazenamento por 0, 6 e 12 meses - Colombo PR.

Tempo de armazenamento	Níveis descritivos de probabilidade do teste
0	0,3737ns
6	0,2188ns
12	<0,001***

*** significativo ao nível de 0,1% de probabilidade; ns Não significativo estatisticamente