

LUCINDA CARNEIRO GARCIA

**ASPECTOS MORFO-ANATÔMICOS E TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO  
DE SEMENTES DE *Podocarpus lambertii* Klotz. E *Podocarpus sellowii*  
Klotz. (Podocarpaceae)**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais, Área de Concentração Silvicultura.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira

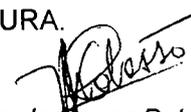
CURITIBA

2003

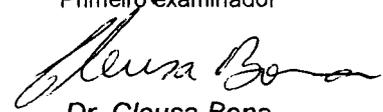
**PARECER**

Defesa nº. 537

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o(a) doutorando(a) *Lucinda Carneiro Garcia* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**Aspectos morfo-anatômicos e tolerância à dessecação de sementes de *Podocarpus lambertii* Klotz. e *Podocarpus sellowii* Klotz. (Podocarpaceae)**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em SILVICULTURA.



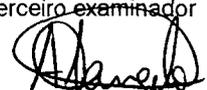
Dr. Paulo Cesar Botosso  
Embrapa/Florestas  
Primeiro examinador



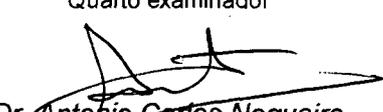
Dr. Cleusa Bona  
Universidade Federal do Paraná  
Segundo examinador



Dr. Alvaro Figueredo dos Santos  
Embrapa/Florestas  
Terceiro examinador



Dr. Alessandro Camargo Angelo  
Universidade Federal do Paraná  
Quarto examinador



Dr. Antonio Carlos Nogueira  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 11 de dezembro de 2003.



Franklin Galvão  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Ao meu pai, José,

À minha avó, Angélica, *in memoriam*

Ao meu sobrinho, Romildo,

À minha mãe, Libânia, modelo de abnegação e coragem;  
À Paloma e Rafael, “sementes preciosas” da minha atual existência;  
E ao Silas, participante na produção “destas sementes”

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

- Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realização deste curso;
- À Embrapa Amazônia Ocidental, pelo apoio e autorização para efetivação do curso;
- À Embrapa Florestas, pelo valioso apoio, concessão de transporte e pessoal, imprescindíveis durante os sete meses de trabalho em campo;
- Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira, pela presteza na orientação, e amizade;
- Ao Prof. Dr. Yedo Alquini, do Depto. de Botânica/UFPR, pela valiosa co-orientação, incentivo e amizade;
- À Prof<sup>a</sup>. Dra. Yoshiko Saito Kuniyoshi, pela gentileza na co-orientação, e amizade;
- À Banca examinadora, Dr. Paulo Cesar Botosso, pesquisador da Embrapa Florestas; Prof<sup>a</sup>. Dra. Cleusa Bona, do Depto. de Botânica/UFPR; Dr. Álvaro Figueredo dos Santos, pesquisador da Embrapa Florestas e Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo, do Depto. de Ciências Florestais/UFPR, pelas correções e valiosas sugestões, que vieram enriquecer este trabalho;
- Ao Dr. Antonio Aparecido Carpanezzi, pesquisador da Embrapa Florestas, pelo importante apoio na condução dos trabalhos de campo;
- Ao Dr. Álvaro Figueredo dos Santos, pesquisador da Embrapa Florestas, pelo trabalho e disposição na identificação dos fungos, sugestões e amizade;
- Ao Dr. Celso Paulo de Azevedo, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, pela eficiência, apoio e paciência nas análises estatísticas, e valiosa amizade;
- À Dra. Rosana Clara Victoria Higa, pesquisadora da Embrapa Florestas, sempre gentil e prestativa na elaboração do Abstract, e pela amizade;
- À Profa Dra. Cleusa Bona, do Depto. de Botânica/UFPR, o meu especial agradecimento, pela presteza, compreensão e boa vontade, na leitura e correção da versão final deste trabalho;

- Ao Biólogo Nilson Belém Filho, técnico do Laboratório de Botânica Estrutural/UFPR, pela cuidadosa e eficiente preparação das lâminas, e pela amizade;
- Ao Biólogo Irineu Antonio Olinisky e ao assistente de campo Wilson Maschio, da Embrapa Florestas, pelo prestimoso auxílio nos trabalhos de campo;
- Às Bibliotecárias da Embrapa Florestas, Lídia Woronkoff e Elizabeth Câmara Trevisan, e à Auxiliar de Operações Elisabete Marques Oaida, pela gentileza, paciência e simpatia em nos atender, durante o período de curso;
- Ao pessoal do Setor de Recursos Humanos, da Embrapa Florestas, pela atenção e presteza a nós dispensadas, durante os quatro anos de permanência em Curitiba;
- Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação em Engenharia Florestal/UFPR, Reinaldo Mendes de Souza, Elinor do Rocio Ladanivski Gorin e David Teixeira de Araújo, sempre atenciosos e prestativos em nos atender;
- À Bióloga Daniela C. Azevedo de Abreu, pela amizade e companheirismo, durante o período de curso;
- À Engenheira Florestal Lausanne Soraya Almeida, pela meticulosa ajuda nos trabalhos laboratoriais, e pela amizade;
- Aos amigos Dr. Roberval Monteiro de Lima, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental e Murilo Lacerda Barddal, doutorando em Engenharia Florestal/UFPR, pela amizade e agradável convívio;
- Aos meus queridos filhos, Paloma e Rafael, e ao Silas, marido, pela compreensão e apoio, fundamentais nos momentos cruciais desta jornada;
- E finalmente, a Jesus, o Grande Mestre, que com sabedoria suprema, dá-me a firme convicção de que somos “sementes” da divina criação;
- Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização e divulgação deste trabalho, o meu especial e sincero “Muito Obrigada”.

**O que você pode fazer, ou sonha poder, comece;  
a audácia tem em si, gênio, força e magia.**

**Goethe**

## BIOGRAFIA DA AUTORA

Lucinda Carneiro Garcia, filha de José Batista Carneiro (falecido) e de Libânia Carneiro Portela, é natural de Crateús-CE.

Estudou todo o Ensino Fundamental na Escola de 1o. Grau Lourenço Filho e o Ensino Médio no Colégio Estadual Regina Pácis, em Crateús-CE.

Em 1981, iniciou o Curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, graduando-se em 1985.

Durante o período de Graduação, desenvolveu estágio nas seguintes Instituições: Secretaria de Produção Rural do Estado do Amazonas - SEPROR/AM; Ano 1982/1983 e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia –INPA; Ano 1984/1985.

Em 1986, ingressou no Curso de Mestrado em Biologia Tropical, Convênio Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas, em Manaus-AM, concluindo-o com a Dissertação intitulada: “Influência da Temperatura e do Substrato na Germinação de Sementes e no Vigor de Plântulas de Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.)”, em 1991.

Em 1987, ingressou na Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus-AM, por meio de Concurso Público, onde permanece atuando como pesquisadora na Área de Sementes Florestais Tropicais.

Em fevereiro de 2000, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Paraná, que se encerra com a defesa desta tese para obtenção do título de “Doutor em Ciências Florestais”, Área de concentração Silvicultura.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO <i>Podocarpus</i> .....	3
2.2 IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS .....	7
2.3 DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE DE GYMNOSPERMAE.....	11
2.4 COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DAS SEMENTES EM RELAÇÃO À DESSECAÇÃO.....	12
2.5 ESTUDOS SOBRE SEMENTES DO GÊNERO <i>Podocarpus</i> .....	17
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 LOCAL DE COLETA DAS SEMENTES .....	21
3.2 DESENVOLVIMENTO MORFO-ANATÔMICO DOS ESTRÓBILOS MASCULINOS E FEMININOS .....	22
3.3 ANÁLISES DAS SEMENTES.....	23
3.4 DETERMINAÇÃO DO PONTO CRÍTICO DE SECAGEM DAS SEMENTES .....	24
3.5 OCORRÊNCIA DE FUNGOS.....	25
3.6 OCORRÊNCIA DE INSETOS EM SEMENTES DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz .....	25
3.7 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO.....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DAS SEMENTES DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz .....	27
4.2 DESENVOLVIMENTO MORFO-ANATÔMICO DOS ESTRÓBILOS DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz .....	28
4.3 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz .....	40

4.4 TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz. .....	41
4.4.1 Germinação de Sementes, Índice de Velocidade de Germinação e Condutividade Elétrica.....	41
4.5 OCORRÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz....	46
4.6 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DAS SEMENTES DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz. ....	47
4.7 DESENVOLVIMENTO MORFO-ANATÔMICO DOS ESTRÓBILOS DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz. ....	48
4.8 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz.....	59
4.9 TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz.	60
4.9.1 Germinação de Sementes, Índice de Velocidade de Germinação e Condutividade Elétrica.....	60
4.10 OCORRÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz.....	64
4.11 OCORRÊNCIA DE INSETOS EM SEMENTES DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz...	65
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>67</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>69</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ANÁLISES FÍSICAS DE SEMENTES DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz.....	27
TABELA 2 - DIMENSÕES DA SEMENTE DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz.....	28
TABELA 3 - VALORES MÉDIOS REFERENTES À PERCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, IVG E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz., SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO.....	42
TABELA 4 - OCORRÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE <i>Podocarpus lambertii</i> .Klotz,..... SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO .....	46
TABELA 5 - DIMENSÕES DA SEMENTE DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz.....	47
TABELA 6 – ANÁLISES FÍSICAS DE SEMENTES DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz.....	48
TABELA 7 - VALORES MÉDIOS REFERENTES À PERCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, IVG E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz., SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO .....	61
TABELA 8 – OCORRÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz., SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO .....	64

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO <i>Podocarpus</i> .....	4
FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO <i>Podocarpus</i> NO BRASIL.....	6
FIGURA 3 – GALHOS COM ESTRÓBILOS MASCULINO E FEMININO DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz.....	34
FIGURA 4 - ESTRÓBILOS MASCULINOS DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz., EM DIFERENTES FASES DE DESENVOLVIMENTO (M.ES.) .....	35
FIGURA 5 - ESTRÓBILOS MASCULINOS DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz., EM SECÇÕES LONGITUDINAIS (M.F.) .....	36
FIGURA 6 - VISTA GERAL DO ESTRÓBILO FEMININO DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz. (M.ES.).....	37
FIGURA 7 –ESTRÓBILO FEMININO DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz., EM SECÇÕES LONGITUDINAIS (M.F.) .....	38
FIGURA 8 - SEMENTE DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz., EM SECÇÕES TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS (M.F.) .....	39
FIGURA 9 – PERCENTAGEM DE SEMENTES GERMINADAS DE <i>Podocarpus lambertii</i> Klotz., SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO .....	43
FIGURA 10 – GALHOS COM ESTRÓBILOS MASCULINO E FEMININO DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz.....	53
FIGURA 11 - ESTRÓBILOS MASCULINOS DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz., EM DIFERENTES FASES DE DESENVOLVIMENTO (M.ES.).....	54
FIGURA 12 - ESTRÓBILOS MASCULINOS DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz., EM SECÇÕES LONGITUDINAIS (M.F.) .....	55
FIGURA 13 - ESTRÓBILO FEMININO DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz. (M.ES.).....	56
FIGURA 14 - ESTRÓBILO FEMININO DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz., EM SECÇÕES LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS (M.F.).....	57
FIGURA 15 - ASPECTOS ESTRUTURAIS DA SEMENTE DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz., EM SECÇÕES LONGITUDINAIS (M.F.).....	58
FIGURA 16 – PERCENTAGEM DE SEMENTES GERMINADAS DE <i>Podocarpus sellowii</i> Klotz., SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO .....	62
FIGURA 17 – LARVA DO <i>Coleoptero</i> ENCONTRADA NA SEMENTE DE <i>Podocarpus sellowii</i> Koltz E <i>Himenoptero</i> PREDADOR DA REFERIDA LARVA .....	66

## RESUMO

**ESTUDOS MORFO-ANATÔMICOS E TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DE SEMENTES DE *Podocarpus lambertii* Klotz. e *Podocarpus sellowii* Klotz. – (*Podocarpaceae*)** - Estudos relacionados ao desenvolvimento de frutos e sementes permitem a obtenção de material de boa qualidade fisiológica, imprescindível nos trabalhos silviculturais com essas espécies. O presente trabalho é uma contribuição ao estudo da ontogênese de *Podocarpus lambertii* Klotz. e *Podocarpus sellowii* Klotz., bem como, objetivou avaliar o comportamento das sementes à dessecação. Para as observações do desenvolvimento dos estróbilos, foram efetuadas visitas quinzenais às áreas de coleta, a partir do início da formação de gemas reprodutivas até a maturação das sementes. A cada visita, foram retiradas amostras deste material para análises de microscopia estereoscópica e fotônica. A dessecação das sementes foi efetuada em câmara com ventilação forçada e ar aquecido, à temperatura de 35 °C. Após a dessecação, as sementes de *P. lambertii*, com 28,7% de umidade inicial (testemunha), se apresentaram com os seguintes teores de água: 21,7%; 14,3%; 7,0% e 5,7%. As sementes de *P. sellowii*, que inicialmente estavam com 45,5% de umidade (testemunha), ficaram com os seguintes teores de água: 36,9%; 36,0%; 34,0% e 26,8%. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada mediante teste de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica. Nas observações de campo, registrou-se que os estróbilos masculinos de *P. lambertii* e *P. sellowii* surgem nos galhos adultos, em média, sessenta dias antes dos estróbilos femininos, e estes são lançados nos galhos do ano. Pelos estudos morfo-anatômicos, verificou-se que os estróbilos masculinos de *P. lambertii* e *P. sellowii* são constituídos de numerosos microsporófilos; com dois microsporângios cada. Os micrósporos têm forma vesiculada. O estróbilo feminino de *P. lambertii* e *P. sellowii* é constituído pela semente e epimácio, presos a um delgado pedúnculo. As sementes de *P. lambertii* e *P. sellowii* possuem endosperma abundante, composto predominantemente de amido e um embrião tipo linear e cotiledonar. Com relação à tolerância à dessecação, pôde-se concluir que: as sementes de *P. lambertii* têm comportamento de semente ortodoxa. As sementes de *P. sellowii* têm comportamento de semente recalcitrante, com grau crítico de umidade em torno de 26,8% de água.

Palavras-chave: *Podocarpus lambertii*, *Podocarpus sellowii*, morfo-anatomia, dessecação, sementes.

## ABSTRACT

**MORPHOLOGICAL ANATOMICAL ASPECTS AND DESICCATION TOLERANCE OF *Podocarpus lambertii* KLOTZ. AND *Podocarpus sellowii* KLOTZ. (Podocarpaceae) SEEDS.** - Seeds and fruits development studies make possible obtainment of good physiological, essential for silviculture procedure with these species. The aim of these studies was to follow the complete development and dispersal of *Podocarpus lambertii* Klotz. and *Podocarpus sellowii* Klotz seeds, and to get information on desiccation tolerance. Fortnightly collections on the selected areas were made from the start of bract formation to seed ripeness. Materials collected were analyzed under photonic and stereoscopic microscopy. Seeds drought tolerance was carried on in a chamber at temperature of 35°C and forced ventilation until water content reached 21,7%; 14,3%; 7,0% and 5,7%, for *P. lambertii*, initially with 28,7%. *P. sellowii* had initially 45,5% water content and it was dropped to 36,9%; 36,0%; 34,0% and 26,8%. Seeds physiological quality was evaluated by germination test, IVG and electric conductivity. *P. lambertii* and *P. sellowii* male strobilus appeared on mature branches 60 days before female strobilus on the year growth. Strobili of both species are constituted of numerous microsporophylls, in these are microsporangium with the microsporocytes. The form is vesiculada. Female strobilus are constituted by megasporophylls and epimatium, fixed on a thin peduncle. Seeds embryos of both species are cotyledon and linear. Based on the results, it is concluded that *P. lambertii* seeds showed orthodox behavior. *P. sellowii* seeds showed recalcitrant behavior, with critical humidity level around 26,8%.

Key words: *Podocarpus lambertii*, *Podocarpus sellowii*, morphological anatomical, desiccation, seeds.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de exploração seletiva de algumas espécies arbóreas nativas brasileiras, bem como, a escassez de pesquisa sobre estas, têm como consequência imediata a ameaça de extinção das referidas espécies. Muitas espécies têm área restrita de distribuição natural e, portanto, necessitam ser preservadas e estudadas.

A conservação de espécies com potencial madeireiro pode ser realizada *in situ*, em áreas de preservação permanente, reservas legais e parques nacionais, como também, pela conservação *ex situ*, constituindo-se no armazenamento das sementes, sob condições controladas.

Pesquisas sobre a morfo-anatomia de espécies florestais são relevantes para a compreensão de vários fenômenos ligados ao desenvolvimento dessas espécies. Estudos concernentes à morfologia e anatomia são fundamentais no conhecimento dos processos fisiológicos das plantas, nas investigações sobre a taxonomia das espécies, e também, na formulação de projetos de ecologia, dentre outros.

O conhecimento em anatomia vegetal, especificamente sobre as estruturas reprodutivas de algumas espécies arbóreas oriundas das regiões sul e sudeste do Brasil, ainda é escasso. Quando se trata da ontogênese de Gymnospermae nativas, essas informações praticamente tornam-se inexistentes.

Outro fator importante diz respeito aos estudos básicos sobre o comportamento de frutos e sementes florestais, sendo considerados essenciais para o desenvolvimento de métodos adequados de utilização e preservação desse material. Porém, há um fator limitante relacionado às dificuldades de se obter um estoque regular de sementes de algumas espécies arbóreas nativas, considerando-se a inexistência de informações sobre o manejo e a preservação da qualidade fisiológica e conservação dessas sementes. Sabe-se, contudo, que o teor de água, dentre outros fatores, desempenha papel preponderante na conservação da viabilidade de sementes.

Ressalta-se ainda que existem espécies vegetais com características diferenciadas, no tocante a tolerância à dessecação de sementes. Essas características

são comumente encontradas em várias espécies arbóreas tropicais e dificultam a conservação fisiológica das sementes.

De modo geral, para se manter a longevidade de uma semente, conserva-se essa com baixo teor de água e baixa temperatura. As sementes com estas características são denominadas ortodoxas. No entanto, existem aquelas espécies em que as sementes são altamente susceptíveis à perda de água, ou seja, não suportam a desidratação e são sensíveis a baixas temperaturas. As sementes com estas características são classificadas como recalcitrantes, e apresentam grande dificuldade para a conservação da viabilidade.

Em decorrência desses fatos, torna-se imprescindível intensificar os estudos referentes à morfo-anatomia dos órgãos reprodutivos de espécies florestais que ocorrem no sul do país, dando ênfase à anatomia ontogênica de frutos e sementes, como também, adquirir informações sobre o comportamento fisiológico das sementes dessas espécies promissoras, levando-se em consideração que conhecimentos básicos são indispensáveis para o planejamento e execução de programas de plantios florestais para fins econômicos e ecológicos.

*Podocarpus lambertii* Klotz. é uma espécie que ocorre naturalmente na Floresta Ombrófila Mista (Floresta com *Araucaria*), e *Podocarpus sellowii* Klotz. é originária da Floresta Ombrófila Densa. Apesar de se tratar de espécies nativas das regiões sul e sudeste do Brasil, com reconhecido potencial econômico e ecológico, são pouco estudadas, no que diz respeito ao desenvolvimento de suas estruturas reprodutivas (RAGAGNIN, 1993; BARBOSA, 2002), bem como, existem poucas informações referentes ao comportamento dessas sementes quanto à tolerância à desidratação (MEDEIROS e ZANON, 1998b).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo analisar morfo-anatomicamente a ontogênese dos estróbilos de *Podocarpus lambertii* Klotz. e *Podocarpus sellowii* Klotz., bem como, avaliar o comportamento das sementes, quanto à tolerância à dessecação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO *Podocarpus*

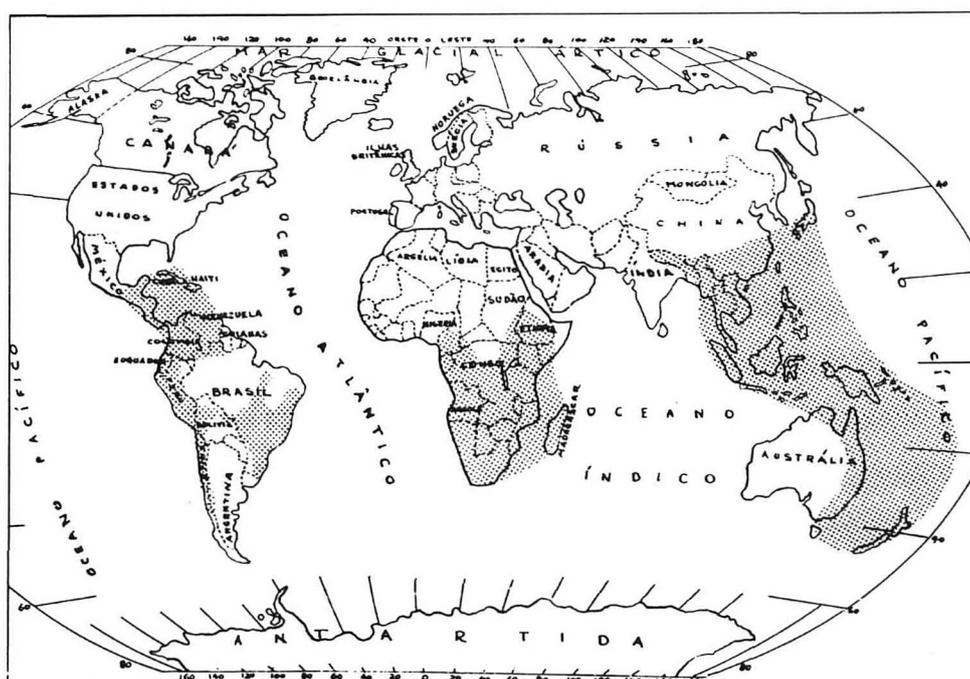
As espécies do gênero *Podocarpus* ocorrem naturalmente nas florestas tropicais higrófilas perenifólias, também denominadas “florestas pluviais”, situadas em altitudes que variam de 800 m a 3100 m (LAMPRECHT, 1990). Segundo o mesmo autor, essas florestas se caracterizam por apresentar volume pluviométrico mais ou menos estável durante todo o ano, elevada umidade do ar como fator determinante do sítio e a estrutura vertical da floresta se compõe, geralmente, de três estratos, com presença freqüente de coníferas, dentre elas, os gêneros *Araucaria* e *Agathis*.

DUARTE (1973) cita três grandes áreas das regiões tropicais e hemisfério sul que são ocupadas por espécies do gênero *Podocarpus*. São elas: I. Região do Sul do Japão e China, Nepal, Sumatra até a Austrália, incluindo a Tasmânia, Nova Zelândia, norte das Ilhas Fiji e Filipinas; II. Região do Sul da África e Madagascar, estendendo-se para o norte a poucos graus do Equador; III. América Central e América do Sul, para o norte, quase até o Trópico de Câncer, incluindo as Antilhas (Figura 1).

De acordo com BUCHHOLZ e GRAY (1948), citados por CIANCIULLI (1978), o gênero *Podocarpus* inclui mais ou menos 64 espécies, com distribuição em todos os continentes, estando estas divididas em cinco seções a seguir: 1. *Dacrycarpus* Endlicher; 2. *Microcarpus* Pilger; 3. *Nageia* Endlicher; 4. *Stachycarpus* Endlicher e 5. *Eupodocarpus* Endlicher. Conforme esses autores, o gênero *Podocarpus*, além do gênero *Araucaria*, são as únicas coníferas autóctones do trópico sul americano, sendo as espécies *P. lambertii* e *P. sellowii* pertencentes à seção *Eupodocarpus*. No entanto, LAMPRECHT (1990) afirma que esse gênero conta com mais de 100 espécies diferentes, ocorrendo a maior parte nos trópicos; ao norte, as espécies de *Podocarpus* alastram-se até o paralelo 35° (Japão) e ao sul, até o paralelo 49° (Chile). Para

MARCHIORI (1996), o gênero *Podocarpus* L'Heritier ex Persoon, possui cerca de 110 espécies, caracterizando-se como o mais numeroso das atuais coníferas e o que apresenta a mais ampla distribuição natural na família.

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO *Podocarpus*



Na América Tropical, desde o sul do México até a Patagônia, são encontradas representantes do gênero *Podocarpus*. Cada país latino-americano possui, pelo menos uma, ou várias espécies autóctones do referido gênero, excetuando-se somente o Paraguai, sendo que a maioria das espécies vegeta nos bosques de regiões montanhosas, caracterizando-se a maior concentração numa faixa de 1500 m a 3000 m de altitude, aproximadamente (BUCHHOLZ e GRAY, 1948, citados por CIANCIULLI, 1978).

Em trabalhos realizados com *Podocarpus*, DIMITRI (1972), LEONARDIS (1976) e MARÍN (1994) descrevem morfologicamente seis espécies desse gênero, com ocorrência natural na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia e Chile. *Podocarpus*

*nubigenus* Lindl. e *P. parlatorei* Pilg. são exemplos das 11 espécies de coníferas naturais da Argentina (bosques andino-patagônicos), onde crescem sobre 1500 m de altitude, formando lindos bosques puros ou quase puros, segundo LEONARDIS (1976).

De acordo com MAIXNER e FERREIRA (1973), citados por RAGAGNIN; COSTA e HOPPE (1994), Gymnospermae arbóreas que ocorrem no Brasil são representadas por apenas dois gêneros que merecem maior destaque do ponto de vista econômico: o gênero *Araucaria*, com uma única espécie, *Araucaria angustifolia* e o gênero *Podocarpus*, englobando duas espécies, *P. lambertii* e *P. sellowii*. Contudo, MAINIERI e PIRES (1973), agregam ainda outras quatro espécies de ocorrência provável no limite norte da Amazônia: *Podocarpus roraimae* Pilger, *Podocarpus tepuiensis* Buchh. & Gray, *Podocarpus magnifolius* Buchh. & Gray. e *Podocarpus steyermarkii* Buchh. & Gray.

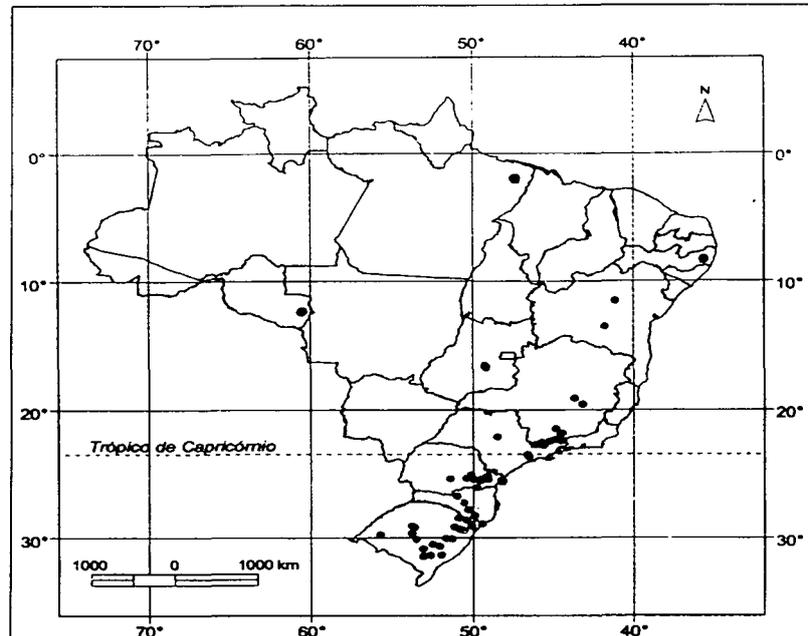
Com relação à distribuição geográfica das espécies brasileiras, *P. lambertii* e *P. sellowii*, DUARTE (1973) e CIANCIULLI (1978) citam que as duas espécies apresentam diferenças acentuadas, nas características morfológicas, mas principalmente, no aspecto ecológico e fitogeográfico. Relatam que a Cordilheira dos Andes estabeleceu o "divortium aquarum" formado pelas montanhas peruanas e bolivianas, que constituem o divisor de águas, dando origem a duas frentes de migração das espécies brasileiras; bem como, os rios que provavelmente foram vetores para *P. sellowii*, na Amazônia brasileira, são: rios Madeira, Acre, Yaco e Purus. Nas bacias do sul foram os rios Pilcomaio, Chaco Boreal e rio Paraguai.

De acordo com esses autores, a espécie *P. lambertii* tem ocorrência natural nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, até a fronteira do Rio Grande do Sul (Figura 2).

Segundo JOLY (1991); RADAMBRASIL (1978); CIANCIULLI (1978) e DUARTE (1973), *P. sellowii* é uma espécie mais rara, que ocorre ao longo da Serra do Mar, na Floresta Pluvial Tropical e na Hiléia Amazônica, onde foi encontrada entre os maciços norte e sul da Serra dos Pacaás Novos, em uma área de contato Savana/Floresta, no Estado de Rondônia. Portanto, a distribuição geográfica da espécie abrange desde os Estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Rio de Janeiro, Minas

Gerais, Espírito Santo, Goiás, Bahia, Sergipe e os seguintes Estados da planície amazônica: Maranhão, Pará e Rondônia (Figura 2).

FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO *Podocarpus* NO BRASIL



MATTOS (1979) relata que *P. lambertii* tem uma vasta área de ocorrência natural, encontrando-se nas mais variadas regiões, com enormes diferenças de solos, climas e altitudes. Estas variam de 103 m, em Alegrete (RS), até 1600 m, em Campos do Jordão (SP). Encontra-se em climas que apresentam temperaturas com médias anuais de 12,9 °C (São Joaquim, SC), até 21 °C, em Serranos (MG).

Segundo CZAJA NETO (1979) e RIZZINI (1971), a distribuição da espécie estende-se desde o sul da Serra da Mantiqueira, até o Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, nas formações com *Araucaria angustifolia*, consorciada com *Ocotea porosa* e *Ilex paraguariensis*, dentre outras.

Em estudo realizado sobre a reprodução, dispersão primária e regeneração de espécies com ocorrência natural na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, no Estado do Paraná, BARBOSA (2002), afirma que a distribuição da espécie *P. sellowii*

ocorre predominantemente na Floresta Atlântica. NEGRELLE (1995), UFPR (1997) e SILVA (1998), em levantamentos fitossociológicos na região sul do Brasil, também registraram a ocorrência dessa espécie em área de Floresta Ombrófila de Terras Baixas.

## 2.2 IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

*Podocarpus lambertii* Klotz. e *Podocarpus sellowii* Klotz são Gymnospermae, da Classe Coniferopsida, Ordem Coniferales e Família Podocarpaceae (DUARTE, 1973; JOLY, 1991).

*P. lambertii* é uma árvore de porte médio, com 10 – 15 m de altura e diâmetro com até 1 m (MATTOS, 1979). Porém, CARVALHO (2003) afirma que essa espécie pode atingir 27 m de altura e 1,20 m de diâmetro, quando adulta, na Floresta com *Araucaria*. De acordo com MARCHIORI (1996), os indivíduos jovens apresentam tronco reto, crescimento monopodial e copa cônica. Na fase adulta, verifica-se uma tendência à tortuosidade, à inclinação e ramificação do tronco, bem como, formação de copa arredondada e, quando completamente desenvolvida, alcança o segundo estrato arbóreo da floresta.

Segundo BACKES (1973), quando cresce isolada, essa espécie ramifica-se muito; no interior da floresta, perde, quase sempre, os ramos inferiores, cresce em altura, o tronco se apresenta mais uniforme e a árvore assume um hábito bastante distinto daquele que possui quando cresce isoladamente. MATTOS (1979) relata que *P. lambertii* é uma espécie que praticamente não se encontra em maciços puros, e sim, associada a outras espécies, como *Araucaria angustifolia*. Para esse autor, a espécie ocorre, geralmente, nos vales das montanhas, nas encostas, sempre em regiões altas. ANDRAE e KRAPPENBAUER (1978) trabalhando com *Podocarpus lambertii* e *Araucaria angustifolia*, também relatam que *Podocarpus* é uma espécie da floresta com araucária, onde geralmente ocorre no segundo estrato arbóreo, crescendo, muitas vezes, junto às copas das araucárias.

De acordo com REITZ; KLEIN e REIS (1988), esta espécie é freqüente e abundante no Escudo rio-grandense, onde contribui muito na fitofisionomia da vegetação arbórea aberta do tipo parque; em vários locais, torna-se uma das espécies dominantes. LONGHI *et al.* (1992), estudando a composição florística e estrutura fitossociológica em um “capão” de *P. lambertii*, no Rio Grande do Sul, observaram que esta espécie é predominante nos estratos inferior, médio e superior da floresta, mostrando-se em pleno desenvolvimento, naquela área.

INOUE; RODERJAN e KUNIYOSHI (1984) afirmam que *P. lambertii* pode ser encontrada compondo maciços puros, com elevado número de indivíduos por unidade de área (alta densidade), razão da formação de árvores altas, com ramificação monopodial; é encontrada associada à *Araucaria angustifolia*, dominando amplamente o sub-bosque. Para os mesmos autores, trata-se de uma espécie nitidamente pioneira, dando início à formação de pequenos capões puros, em elevações suaves, em meio aos campos. GALVÃO (1986), trabalhando com *P. lambertii*, afirma tratar-se de uma espécie heliófila na fase juvenil, podendo suportar perfeitamente plantios a céu aberto, ou em condições similares que permitam uma boa disponibilidade de luz. Contudo, salienta que esta espécie, devido ao baixo ponto de compensação lumínico apresentado, pode também ser usada em condições de baixa luminosidade inicial.

CARVALHO (1982), pesquisando o comportamento de várias espécies nativas, em plantio em linhas, em uma capoeira, constatou que *P. lambertii* foi a espécie com maior taxa de sobrevivência, resistência à geada, bem como, o melhor comportamento em altura, aos sete anos de idade. Para esse autor, um fator altamente positivo é a homogeneidade de seu crescimento em altura, com altura média das plantas variando de 4,17 m a 5,16 m, sendo que a partir do quarto ano de plantio, as taxas de incremento anual em altura foram superiores a 0,50 m.

Segundo CORVELLO (1983), *P. lambertii* tem valor comprovado para plantios florestais, caracterizando-se por sua facilidade de regeneração natural e relativa dificuldade de produção de mudas em viveiro, associada ao ambiente mais próprio de plantio (sob cobertura). Para REITZ; KLEIN e REIS (1984), esta espécie pode ser utilizada em plantios às margens de reservatórios de hidroelétricas, por atrair os

pássaros, propiciando assim a dispersão da espécie. Também se desenvolve tanto em solos férteis, quanto em solos pobres, rasos e rochosos.

Com relação ao uso da madeira, INOUE; RODERJAN e KUNIYOSHI (1984) relatam que a espécie pode ser empregada em usos finais similares aos da *Araucaria angustifolia*, com algumas restrições. MAIXNER e FERREIRA (1973), citados por RAGAGNIN; COSTA e HOPE (1994), afirmam que as características físico-mecânicas da madeira são de qualidade, por vezes, superior às de *A. angustifolia* e, em quase todos os aspectos, superiores às de *Pinus elliottii*. De acordo com LONGHI *et al.* (1992), *P. lambertii* é muito apreciada pela qualidade de seu lenho, e por isso, vem despertando grande interesse entre os madeireiros.

Segundo MARCHIORI (1996), *P. lambertii* tem madeira leve (0,43 – 0,54 g/cm<sup>3</sup>), macia e branco-amarelada, com cerne e alburno indistintos, grã reta e textura média uniforme. CARVALHO (2003) cita que a madeira tem superfície lisa ao tato e brilho pouco realçado, cheiro e gosto imperceptíveis. Apresenta baixa resistência ao apodrecimento e ao ataque de cupins de madeira seca; é fácil de ser cortada, aplainada e lixada.

A madeira dessa espécie pode ser utilizada como produto serrado, na construção civil leve, marcenaria em geral, móveis, fins decorativos, trabalhos de arte, caixotaria e embalagens para alimentos; bem como, na confecção de lápis, palitos de fósforo e de dentes, brinquedos e molduras (UFPR, 1979; CORVELLO, 1983; INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984; REITZ; KLEIN; REIS, 1988). Também, segundo Carvalho (2003), a madeira é adequada para celulose e papel, principalmente, para fibras longas, além de produzir lenha de qualidade aceitável.

Com relação à biologia reprodutiva, *P. lambertii* é uma espécie dióica, produz anualmente grande quantidade de sementes. No Estado do Paraná, a floração ocorre nos meses de setembro a dezembro, com pico em outubro. Os frutos atingem a maturidade fisiológica a partir de janeiro, sendo mais intensamente em março, estendendo-se até maio. A espécie se caracteriza por apresentar pseudo-frutos carnosos, suculentos, de coloração roxa escuro, quando maduros. A dispersão é ornitocórica e as sementes germinam a partir do 20º dia, podendo estender-se até o 40º

dia (KUNIYOSHI, 1983; INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984). No entanto, CARVALHO (2003) afirma que a maturação dos frutos, no Paraná, ocorre entre os meses de dezembro a fevereiro.

Para *P. sellowii*, a literatura torna-se mais escassa, quando comparada à *P. lambertii*. Segundo GARCIA (1997), essa espécie pode ter porte arbóreo ou arbustivo, dependendo da região de ocorrência, medindo entre 1,5 m a 10 m de altura. Na Ilha do Cardoso (SP), apresenta-se como árvore alta da área de transição entre a restinga arbórea e a floresta de planície, enquanto que, no topo de morro, ocorre como arbustivo, sendo que a espécie apresenta grande variabilidade fenotípica quanto ao porte, tamanho das folhas e número de cones polínicos por axila foliar. Porém, DUARTE (1973) discorda do autor que a classifica como arbusto (arvoreta), afirmando que todos os exemplares localizados por ele, no Rio de Janeiro, eram árvores com altura superior a 10 m, muitas vezes, ultrapassando os 12 m; bem como, todos os exemplares encontrados na Amazônia brasileira (Floresta Ombrófila Densa), ultrapassam 20 m de altura, quando adultos.

BARBOSA (2002), em estudo sobre a reprodução, dispersão e regeneração de algumas espécies de ocorrência natural na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, em Paranaguá (PR), dentre elas *P. sellowii*, relata que se trata de uma árvore com até 15 m de altura e 45 cm de diâmetro, com esgalhamento esparso e tronco reto.

De acordo com MARCHIORI (1996), a árvore de *P. sellowii* assemelha-se ao *P. lambertii*, distinguindo-se por ter folhas lanceoladas maiores e ausência de um pedúnculo comum aos grupos de estróbilos masculinos. MAINIERI e PIRES (1973) citam que a madeira desta espécie é ligeiramente mais pesada que a de *P. lambertii*, apresentando de 0,46 a 0,55 g/cm<sup>3</sup>, com cerne e alburno não nitidamente diferenciados, madeira de coloração bege claro, levemente amarelada, uniforme, superfície lisa ao tato, com brilho pouco acentuado, de textura muito fina, grã direita, gosto e cheiro ausentes ou não perceptíveis, sendo que a madeira pode ter a mesma utilização comercial que *P. lambertii*.

RODERJAN e KUNIYOSHI (1986), realizando um macrozoneamento florístico de uma área na região de Guaraqueçaba (PR), localizaram *P. sellowii* ocupando o estrato

intermediário da floresta. Segundo PAULA e ALVES (1997) a espécie ocorre nos brejos de altitude e nos refúgios montanos.

No concernente à biologia reprodutiva de *P. sellowii*, BARBOSA (2002) cita que a maturação dos frutos inicia-se na última semana de março e prolonga-se até a primeira semana de junho. Segundo o autor, o período prolongado de maturação dos frutos indica haver uma estratégia de parcelamento no processo de maturação desses.

### 2.3 DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE DE GYMNOSPERMAE

O ciclo de vida de uma semente constitui-se de uma complexa série de eventos biológicos, iniciando com a formação das estruturas reprodutivas, masculina e feminina, concluindo-se com a germinação da semente.

No grupo das Gymnospermae os óvulos (rudimentos seminais) não estão contidos em um ovário, ou seja, as sementes não são formadas dentro de um fruto. O óvulo permanece exposto sobre o esporófilo e o alimento armazenado nele, origina-se a partir de um núcleo resultante da fusão de outros dois, formando o endosperma primário. O amadurecimento do óvulo ou sua transformação em semente compreende três fenômenos distintos: a polinização, a germinação do pólen (micrósporo) e a fecundação (SCHULTZ, 1963; GOLA, NEGRI e CAPPELLETI, 1965; STRASBURGER, 1994).

Segundo esses autores, a polinização ocorre quando os microsporângios, contidos nos numerosos microsporófilos, abrem-se e liberam milhares de micrósporos, os quais são transportados pelo vento, até os megasporófilos. O evento da germinação se dá quando duas células lenticulares do micrósporo se separam, originando uma grande célula vegetativa e uma célula menor, a generativa (célula anteridial), circundada pela primeira. Com relação à fecundação, esta consiste no transporte das duas células espermáticas (micrósporo) até um dos arquegônios do protalo feminino (megasporófilo), fecundando a sua oosfera.

Após a fecundação, a oosfera dará origem a um pequeno embrião, que irá crescer dentro do megasporófilo e gradualmente diferenciar-se em um suspensor, um ápice caulinar, os cotilédones e um eixo hipocótilo-radícula. Os tecidos restantes do megasporófilo constituem o endosperma, que normalmente é formado de células ricas em material de reserva; podendo conter reservas amiláceas, protéicas, oleaginosas ou celulósicas, as quais serão usadas pelo embrião, durante o seu desenvolvimento. Nessa fase, os integumentos ovulares, que são camadas desenvolvidas a partir da base do megasporângio, fecham-se e endurecem, transformando-se no tegumento, o qual tem a função de cobertura protetora da semente (WEBERLING e SCHWANTES, 1986; BARROSO *et al.*, 1999).

Nas Gymnospermae, o tegumento é histologicamente diferenciado em três zonas: uma camada externa carnososa; uma camada mediana “pétrea” ou esclerenquimática e uma camada interna carnososa, sendo que o grau de desenvolvimento de cada uma das camadas, durante a ontogenia da semente, varia nos diferentes grupos dessas espécies. Em muitas coníferas, a camada externa carnososa é rudimentar, enquanto que em outras, essa camada é grossa e pode ser muito pigmentada na semente madura (BELTRATI, 1990).

#### 2.4 COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES EM RELAÇÃO À DESSECAÇÃO

Um aspecto a ser considerado quando se pretende trabalhar com uma determinada espécie florestal, refere-se à longevidade natural de suas sementes. Sabe-se que, enquanto as sementes de algumas espécies arbóreas permanecem viáveis durante anos após a maturação, existem outras que perdem rapidamente a viabilidade em poucos meses ou semanas.

O alto grau de umidade das sementes é uma das principais causas da perda do poder germinativo durante o armazenamento. Este ocasiona o aumento da taxa respiratória e a ação de microorganismos, sendo que graus de umidade superiores a

20% podem promover o aquecimento da massa de sementes a uma temperatura letal (DESAI; KOTECHA; SALUNKHE, 1997). De acordo com HARRINGTON (1972), a conservação da qualidade fisiológica das sementes é realizada pela redução do seu grau de umidade e da temperatura do ambiente de armazenamento, onde o período de viabilidade da semente pode ser dobrado a cada redução de 1% no grau de umidade e a cada diminuição de 5,6 °C da temperatura.

POPINIGIS (1985) também afirma que geralmente a longevidade é aumentada, conservando-se a semente com baixo teor de água e baixa temperatura. Contudo, cita que existem espécies em que as condições de conservação da semente devem ser exatamente opostas, ou seja, obtém-se uma maior longevidade mantendo elevado teor de água na semente, porém, baixas temperaturas são letais, como por exemplo para *Theobroma cacao* L.

Com relação ao grau de umidade, GUIMARÃES (1999) relata que algumas espécies têm sementes que não conseguem se manter vivas com um teor de água muito baixo. Estas sementes não dispõem de mecanismos de proteção contra a dessecação e quando são secas abaixo de determinado nível de hidratação, perdem o poder germinativo. Segundo o autor, a tolerância à dessecação tem sido relacionada com vários fatores. Dentre eles, destaca-se o acúmulo de macromoléculas, como alguns açúcares, proteínas e compostos antioxidantes, no final do desenvolvimento da semente. Os principais danos que acontecem nas sementes, em decorrência da desidratação, são relativos às membranas fosfolipídicas das células, a desestruturação de macromoléculas e a oxidação de lipídeos, sendo que as membranas celulares são os sítios primários de danos por dessecação, ocorrendo a disfunção destas membranas.

CHIN (1989) cita que sementes de várias espécies tropicais possuem alta concentração de compostos fenólicos e polifenol oxidases intracelulares. A desestruturação da membrana causada pelo processo de dessecação promove a liberação desses compostos, que podem sofrer oxidação, formando complexos de proteína/fenol, com conseqüente perda da atividade enzimática. PRITCHARD *et al.*

(1995), sugerem que a sensibilidade à dessecação em sementes de sete espécies de *Inga* está associada ao baixo nível de açúcares solúveis protetores nos embriões.

Com a secagem da semente, as membranas celulares sofrem um processo de desorganização estrutural, estando tanto mais desorganizadas quanto menor for o teor de água na semente, e em consequência, verifica-se um aumento no grau de lixiviação, principalmente quando o teor de água é inferior a 11% (BEWLEY, 1986). Em função dessa desorganização das membranas celulares, a semente sofre um processo de redução e perda de vigor, fato esse diretamente relacionado com o aumento da quantidade de lixiviados liberados na água de embebição. Assim, o vigor da semente pode ser avaliado por meio da condutividade elétrica, onde esse valor, medido em função da quantidade de lixiviados na solução de embebição da semente, está diretamente relacionado à integridade das membranas celulares, e portanto, vem sendo usado como um parâmetro de avaliação do vigor de semente (VIEIRA, 1994).

KAGEYAMA e VIANA (1991) afirmam que existe relação entre as características tecnológicas (germinação, dormência e armazenamento) das sementes de espécies tropicais e os mecanismos da regeneração natural de florestas, que ocorre através da sucessão de espécies. Dividem as espécies de acordo com o comportamento durante a regeneração, podendo ser: pioneiras, oportunistas de clareiras, tolerantes de sombra e reprodutivas à sombra. As sementes das espécies pioneiras possuem alta longevidade e podem permanecer no solo, sob o dossel da floresta, até que uma clareira grande possibilite a germinação; as espécies do grupo das oportunistas ou de clareiras pequenas possuem sementes de curta longevidade; as sementes das espécies tolerantes de sombra germinam à sombra, porém, necessitam de clareiras para o posterior desenvolvimento. Para o grupo das espécies reprodutivas à sombra, as sementes germinam logo após a dispersão, ao redor da planta-mãe e apresentam curta longevidade.

NEVES (1994) relata que as espécies arbóreas que possuem os menores períodos de viabilidade de suas sementes são originárias de regiões tropicais úmidas. Dentre essas, destacam-se *Hevea brasiliensis* M. Arg., *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., *Theobroma cacao* L., *Inga edulis* Mart. e *Araucaria angustifolia* O. Ktze.

O conceito de sementes ortodoxas, intermediárias ou recalcitrantes baseia-se na resposta destas a tolerância à dessecação. Para HONG e ELLIS (1996) e KING e ROBERTS (1979) as sementes de espécies de zonas tropicais e temperadas seguem três padrões, quanto ao comportamento no armazenamento: ortodoxo, intermediário e recalcitrante. As sementes ortodoxas são tolerantes à dessecação a teores de água em torno de 5% e a temperaturas baixas. KERMODE (1997) afirma que estas, durante o desenvolvimento, após a histodiferenciação e antes da fase de secagem na maturação, adquirem tolerância à dessecação e à capacidade de germinação, e que a redução do teor de água nessas sementes proporciona também uma redução do metabolismo e um estado de quiescência do embrião.

HONG e ELLIS (1996) classificam como sementes recalcitrantes àquelas que não suportam redução do teor de água abaixo de 15-20%, e sementes intermediárias são aquelas que não toleram dessecação abaixo de um nível de 10-12,5% de teor de água. Segundo CHIN (1989), as sementes recalcitrantes permanecem com alta umidade, variando entre 30-70%, após serem liberadas da planta-mãe e a sensibilidade quanto à secagem varia entre as espécies e o limite mínimo de umidade para a manutenção da viabilidade dessas sementes é, em geral, de 20-35%.

Em pesquisa sobre o efeito de diferentes métodos de dessecação na germinação de sementes de *Swietenia macrophylla* L., CARVALHO e LEÃO (1995) reduziram o teor de água entre 5,6-2,8%, sem perdas na viabilidade inicial de 98%, e as classificaram como ortodoxas. Sementes da espécie *Genipa americana* L. toleraram a secagem até 14,2% de umidade, sem perda de viabilidade, e, portanto, foram classificadas como intermediárias (CARVALHO; NASCIMENTO; LEÃO, 1995). UNİYAL e NAUTİYAL (1996) estudando sementes recalcitrantes de *Aesculus indica* Colebr., com teor de água inicial de 57%, concluíram que a diferença básica entre sementes ortodoxas e recalcitrantes está relacionada ao insucesso destas em resistir à dessecação, em níveis baixos de secagem, devido ao grau crítico de umidade dessas ser alto.

CHIN; MAHERAN; SAMSIDAR (1981), em trabalho com sementes frescas de *Hevea brasiliensis* Muell., afirmam que o teor de água inicial das mesmas é de 36%. Após o período de 96 horas de secagem, a desidratação resultou em perda de

viabilidade, sendo que o grau crítico de umidade das sementes ficou entre 15 - 20% e as sementes dessa espécie não sobreviveram à temperatura de congelamento.

Em pesquisa sobre o comportamento das sementes da espécie amazônica *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum., GARCIA (1991) relata que essas apresentam teor de água inicial de 51,7% e perdem rapidamente a viabilidade, quando submetidas à temperatura inferior a 15 °C, ficando, portanto, impossibilitado o armazenamento em ambiente frio. Pesquisas realizadas por HONG e ELLIS (1990), comparando o efeito da secagem durante a maturação, germinação e tolerância à dessecação, em sementes de *Acer pseudoplatanus* L. e *Acer platanoides* L., concluíram que as sementes de *A. platanoides* têm comportamento ortodoxo e as sementes de *A. pseudoplatanus* têm comportamento recalcitrante. Ressalta-se que DICKIE *et al.* (1991) confirmam os resultados daqueles autores, relatando que sementes de *A. platanoides* toleram a dessecação, com teor de água menor que 7%; enquanto que, sementes de *A. pseudoplatanus* morrerão, caso sejam secas abaixo de 45% de umidade.

Em outra pesquisa, HONG (1996) cita que as sementes de *Araucaria hunsteinii*, *Quercus* spp e *Podocarpus henkelii* podem ser classificadas como recalcitrantes.

TOMPSETT (1982), em estudo comparativo sobre o efeito da dessecação na longevidade de sementes de *Araucaria hunsteinii* e *Araucaria cunninghamii*, afirma que as sementes de *A. cunninghamii* podem seguramente ser desidratadas até 7% de teor de água, sem perda de viabilidade, as enquadrando como sementes ortodoxas. As sementes de *A. hunsteinii* apresentaram perda de germinação, quando dessecadas a teores de água relativamente altos, caracterizando-se como recalcitrantes.

Em estudo da morfologia e desenvolvimento de sementes de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., CUNHA *et al.* (1996), afirmam que a elucidação da estrutura da semente é essencial para o controle da germinação e o estabelecimento de métodos alternativos para a preservação de germoplasma de espécies consideradas de risco.

BILIA (1997), pesquisando o comportamento de sementes de *Inga uruguensis*, pôde concluir que o limite de tolerância à desidratação e o grau crítico de umidade das sementes está em torno de 35% de água, sendo o grau letal entre 21 e 22% de água, caracterizando-se como recalcitrante.

TOMPSETT (1984) realizou estudo sobre a tolerância à dessecação em sementes de *Araucaria angustifolia* O. Ktze. e verificou que o início da perda do poder germinativo ocorreu quando as sementes atingiram 37% de teor de água, sendo que a redução a 25% causou a perda total da viabilidade. Entretanto, EIRA *et al* (1994) trabalhando com sementes dessa espécie, afirmam que o grau crítico de umidade, abaixo do qual não ocorreu germinação, foi de 38%. De acordo com estes autores, a diferença de valores para o grau crítico de umidade encontrado pode ter sido ocasionada por variações genético-ambientais das sementes.

## 2.5 ESTUDOS SOBRE SEMENTES DO GÊNERO *PODOCARPUS*

Com relação ao estudo de espécies da família *Podocarpaceae*, existe vasta literatura. No entanto, em se tratando de informações das espécies *P. lambertii* e *P. sellowii*, há apenas alguns trabalhos com as descrições morfológicas externas dos estróbilos e o comportamento germinativo dessas.

De acordo com MILLER (1988), citado por SPJUT (1994), a família *Podocarpaceae* se caracteriza por possuir um cone axial, em uma haste desenvolvida, com um ou mais óvulos, protegido por sub-brácteas e aderido a um suporte adicional estéril, conhecido como epimácio. Segundo TOMLINSON (1994), o processo de dispersão do pólen desta família já é conhecido, sendo que este é disperso com a superfície invertida e na germinação ocorre sempre a ruptura em posição distal. O óvulo também apresenta posição invertida, sendo que todos os gêneros possuem epimácio, com exceção do gênero *Microstrobos*.

GIFFORD e FOSTER (1974), em descrição sobre a morfologia da estrutura reprodutiva dos gêneros *Podocarpus*, *Dacrydium* e *Phyllocadus*, citam que o microsporófilo é constituído de dois microsporângios e os micrósporos têm duas ou mais asas; o megasporângio geralmente possui um óvulo maduro e está preso a um "receptáculo" carnudo. LEONARDIS (1976) descreve *Podocarpus nubigenus* Lindl. e *P. parlatorei* Pilg. como árvores de altura média de 15 m e 8-20 m, respectivamente, com

flores unissexuais, sendo as femininas solitárias, pouco aparentes, inseridas nas axilas das folhas, e as masculinas são sésseis e numerosas. As sementes são ligeiramente globosas, presas a um receptáculo frutífero.

DIMITRI (1972), citando várias espécies do gênero *Podocarpus*, relata que *P. lambertii* possui estróbilos masculinos amentilhos cilíndricos, verticilados na extremidade de um eixo comum; semente drupácea, ovóide, apiculada, sustentada por um receptáculo cilíndrico e carnoso. MAINIERI e PIRES (1973) afirmam que *P. sellowii* possui cones polínicos finos e cilíndricos, solitários ou em fascículos, sésseis ou subsésseis; cone feminino solitário, axilar, com 2-3 brácteas soldadas e semente esferoidal alongada, com pequena cresta ou sem cresta.

Em trabalho sobre a morfologia e germinação de sementes de 25 espécies arbóreas de uma floresta com *Araucaria*, KUNYOSHI (1983), relata que *Podocarpus lambertii* teve produção abundante de sementes em todas as matrizes femininas observadas. O teor de água inicial das sementes foi de 8,7% e a taxa média de germinação, de apenas 32,3%, considerada baixa pelo autor, tendo em vista que as sementes estavam bem desenvolvidas e com embriões maduros, no período da dispersão. O início da germinação das sementes ocorreu após 20 dias da sementeira e o período germinativo foi de 30-40 dias. Em concordância com o autor, CARVALHO (2003) cita que a germinação das sementes desta espécie geralmente é baixa, sendo de até 60%. Contudo, RAGAGNIN (1993), em estudo da maturidade de sementes de *P. lambertii*, concluiu que, aos 131 dias após a floração, a percentagem máxima de germinação destas sementes foi de 81%, quando o teor de água destas era de 32%.

INOUE; RODERJAN e KUNYOSHI (1984), ressaltam que *P. lambertii* possui flor feminina solitária, axilar, com pedúnculo de 4-15 mm de comprimento, receptáculo espessado, carnoso e comestível; 1-2 óvulos esféricos, com duas brácteas abaixo destes. O cone masculino é cilíndrico, em número de 3-6 reunidos no ápice do pedúnculo axilar. A semente é globosa, com superfície lisa, levemente estriada, de consistência coriácea, medindo aproximadamente 5 mm de comprimento por 4 mm de diâmetro, com ápice e base mucronados, micrópila lateralmente junta a este. Afirmando que um quilograma de sementes contém, em média, 30 mil sementes.

RAGAGNIN (1993) pesquisando a influência da embalagem e do ambiente no armazenamento de sementes de *P. lambertii*, chegou a conclusão que, em condições de laboratório, durante o período de seis meses, estas atingiram o menor percentual médio de germinação (3,87%), quando acondicionadas em saco plástico ou vidro. Em câmara fria tiveram a maior percentagem média de germinação (77,12%), com as embalagens citadas, durante o mesmo período de armazenamento.

Segundo CARVALHO (2003) as sementes de *P. lambertii* podem ser semeadas sem tratamento pré-germinativo, ou então, após a imersão em água, em temperatura ambiente, por 24 horas. De acordo com SIQUEIRA e FERREIRA (1987), a semente fresca contém 47,5% de teor de água, perdendo rapidamente este se deixada em ambiente de laboratório, e a escarificação com remoção parcial do epimácio que envolve a semente promove a germinação mais rapidamente, já que esta estrutura dificulta a entrada de água.

MARCHETTI (1984) estudando a época de coleta, semeadura e tratamentos pré-germinativos de espécies florestais cultivadas no Rio Grande do Sul, afirma que as sementes de *P. lambertii* perdem a viabilidade, após 60 dias da coleta, quando armazenadas sem controle de ambiente. No entanto, LONGHI (1995) relata que essas começam a perder o poder germinativo aos 90 dias, após a coleta.

Para RAGAGNIN (1993) e RAGAGNIN; COSTA e HOPPE (1994) a maturidade fisiológica das sementes de *P. lambertii* ocorre quando o grau de umidade atinge 32% e o índice de matéria seca 17,68 g/100 sementes, sendo que o teor de água da semente pode ser considerado o melhor parâmetro na determinação da maturidade fisiológica das sementes da espécie.

Estudos conduzidos por MEDEIROS e ZANON (1998a), concernentes aos efeitos do substrato e da temperatura na germinação de sementes de *P. lambertii*, indicaram que os melhores substratos foram areia média esterilizada e papel de filtro, à temperatura constante de 25 °C, em laboratório, com percentagem total de germinação de 85,1% e 85,5%, respectivamente.

Sobre a conservação de sementes de *P. lambertii*, MEDEIROS e ZANON (1998b), afirmam que a câmara fria ( $4 \pm 1$  °C;  $84 \pm 2\%$  UR) é o melhor ambiente,

utilizando-se embalagem semipermeável (saco plástico polietileno transparente, espessura de 20  $\mu$ ), onde a viabilidade se manteve em torno de 70%, ao final de 360 dias, ressaltando que provavelmente este resultado deve-se ao grau de umidade relativamente baixo de 8%, com o qual as sementes foram armazenadas. O ambiente natural de laboratório, independente da embalagem utilizada, ocasionou um decréscimo acentuado na viabilidade, a partir de 60 dias de armazenamento, alcançando valores próximos a 50% de germinação aos 90 dias; 40% aos 150 dias e 8% aos 240 dias, perdendo completamente a viabilidade a partir deste período.

Com relação às sementes de *P. sellowii*, BARBOSA (2002) cita ter encontrado teor de água inicial de 26,8% e percentagem de germinação foi de 49,50%, utilizando o substrato vermiculita e temperatura de 25 °C, em laboratório. Nos substratos papel e areia, sob as mesmas condições de temperatura e ambiente, a percentagem total de germinação foi de 31,50% e 13,00%, respectivamente. O autor também afirma que as sementes iniciaram a germinação após 24 dias da sementeira e, caracterizam-se por ter um longo período germinativo, em média, quatro meses. No entanto, GARCIA; NOGUEIRA e ALMEIDA (2003), analisando sementes de *P. sellowii*, procedentes de uma área de transição entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista, encontraram teor de água inicial de 54,8% e 383,50 g para o peso de 1000 sementes; em substrato vermiculita e temperatura de 25 °C, tiveram 65,0% de germinação.

Em face ao exposto, percebe-se a importância de intensificar os estudos relativos ao comportamento das sementes de *P. lambertii* e *P. sellowii*, fundamentalmente no que diz respeito ao conhecimento da ontogênese e de suas estruturas morfoanatômicas, bem como, o comportamento dessas quanto à tolerância à dessecação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DE COLETA DAS SEMENTES

As sementes de *Podocarpus lambertii* e *Podocarpus sellowii*, utilizadas neste trabalho, foram provenientes de duas áreas distintas, localizadas na região metropolitana de Curitiba, Paraná.

As sementes de *P. lambertii* foram coletadas em fevereiro de 2002, na área da Embrapa Florestas, no município de Colombo, PR. A região é caracterizada como floresta com araucária, alterada, localizada no primeiro planalto do Estado do Paraná, com clima tipo Cfb (Köepen), compreendida entre as coordenadas 25° 20' S, 49° 14' W, 920 m de altitude, com precipitação média anual de 1.500 mm, temperatura de 16,5 °C (média anual), e umidade relativa do ar média anual de 80%.

As sementes de *P. sellowii* foram coletadas em março de 2002, na localidade Borda do Campo, no município de Quatro Barras, PR. A região é caracterizada como área de transição entre a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, com vegetação apresentando elementos das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), como por exemplo, *P. sellowii* e *Araucaria angustifolia*, e clima tipo Cfb (Köepen), localizada entre as coordenadas 25° 22' S, 49° 04' W, 915 m de altitude, com precipitação média anual de 1.450 mm, temperatura de 16 °C (média anual), e umidade relativa do ar média anual de 78%.

O clima Cfb, pelo sistema de classificação de Köepen, é descrito como subtropical úmido mesotérmico, com verões frescos, geadas severas frequentes e sem estação seca (MILANO; BRASSIOLO e SOARES, 1987).

Foram selecionadas, em média, dez matrizes por espécie de cada sexo, baseando-se nos seguintes parâmetros, segundo CAPELANES e BIELLA (1986): tronco bem formado, sem tortuosidade; copa grande e densa, de modo a ter boa exposição ao sol e produção abundante de sementes. A distância entre as matrizes foi em torno de 30 m uma da outra.

A coleta das sementes foi efetuada nas árvores, com auxílio de um podão, quando se observou que mais de 50% dos epimácios se encontravam com cor arroxeadada e bem desenvolvidos.

### 3.2 DESENVOLVIMENTO MORFO-ANATÔMICO DOS ESTRÓBILOS MASCULINOS E FEMININOS

Este estudo contemplou a ontogênese dos estróbilos das duas espécies, até o completo desenvolvimento e dispersão das sementes.

As matrizes selecionadas foram acompanhadas quinzenalmente, a partir do estágio de formação das estruturas reprodutivas, onde se efetuou a coleta de amostras de estróbilos masculinos e femininos das espécies, em diferentes fases de desenvolvimento. Porém, aos primeiros sinais de maturação do epimácio (mudança de coloração), as visitas ao campo passaram a ser duas vezes por semana. As amostras foram fixadas em FAA - 70 (JOHANSEN, 1940), por 48 horas e armazenadas em álcool 70%.

Parte das amostras foi analisada sob microscopia estereoscópica (M. ES.) e parte por microscopia fotônica (M. F.). As de microscopia fotônica foram submetidas à desidratação, em série alcoólico-etílica e emblocadas em glicol metacrilato (GMA), de acordo com a técnica de FEDER e O'BRIEN (1968), seguida das recomendações do fabricante.

Foram efetuadas secções longitudinais e/ou transversais, de 7 $\mu$ m de espessura, obtidas em micrótomo rotatório, e a coloração foi efetuada com azul de toluidina 0,05% (O'BRIEN; FEDER e McCULLY, 1965). A montagem das lâminas permanentes foi realizada com resina sintética (ENTELAN®).

Para os testes histoquímicos, visando a detecção de amido e lipídeos nas sementes, as lâminas foram submetidas aos corantes Lugol e Sudan III, respectivamente, seguindo JOHANSEN (1940).

Os registros fotográficos foram efetuados em microscópio fotônico Zeiss, marca Axiolab e em microscópio estereoscópico, marca Stemi-2000-C, acoplados com máquina fotográfica. Também foi utilizado o programa Olympus Microsuite, pertencente à Soft Imagine System, no registro de algumas fotos microscópicas.

As escalas foram projetadas sob as mesmas condições ópticas.

Após o completo desenvolvimento dos estróbilos, foram efetuadas as medidas de comprimento e espessura desses, expressas em milímetros, com auxílio de um paquímetro digital.

### 3.3 ANÁLISE DAS SEMENTES

Esta fase incluiu o beneficiamento das sementes, com a retirada manual do epimácio, pesagem de 1000 sementes, contagem do número de sementes por quilo, mensuração das sementes. A determinação do grau de umidade e os testes preliminares de germinação foram efetuados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Para o peso de 1000 sementes, foram utilizadas oito amostras de 100 sementes. As dimensões dessas foram determinadas em amostra de 100 sementes por espécie, com auxílio de paquímetro digital, e expressas em milímetros. No teste de germinação, foram utilizadas seis repetições de 50 sementes de *P. lambertii*, e 40 sementes de *P. sellowii*, devido a menor disponibilidade de sementes desta. As sementes foram semeadas em caixas plásticas "gerbox", com 50 g do substrato vermiculita, umedecida com 80 ml de água destilada, colocadas em germinadores tipo Mangelsdorf, à temperatura de 25 °C constante.

A contagem das sementes germinadas foi efetuada a cada dois dias, após o início da germinação considerando 0,5 cm de radícula, para a determinação do poder germinativo das sementes frescas. O grau de umidade das sementes recém coletadas foi obtido pelo método de estufa a 105 °C ± 3 °C, por 24 horas, utilizando-se 3 amostras de 30 sementes por espécie.

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Sementes Florestais, do Centro de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, PR.

### 3.4 DETERMINAÇÃO DO PONTO CRÍTICO DE SECAGEM DAS SEMENTES

Nesta etapa do trabalho, também desenvolvida no Laboratório de Sementes Florestais/UFPR, em Curitiba, PR, as sementes de *P. lambertii* foram submetidas à secagem, em câmara com ventilação forçada e ar aquecido a 35 °C, nos períodos de 12, 24, 48 e 72 horas, onde se obteve os seguintes teores de água: 21,7%; 14,3%; 7,0% e 5,7%, respectivamente. O teor de água das sementes frescas (testemunha), foi 28,7%. Porém, com as sementes de *P. sellowii* não foi possível estabelecer semelhantes períodos de secagem, tendo em vista que estas perderam água mais lentamente, dificultando obter os níveis de dessecação desejados. No mesmo ambiente de secagem utilizado para sementes de *P. lambertii*, obteve-se os seguintes teores de água: 36,9%, 36,0%, 34,0% e 26,8%. O teor de água das sementes recém coletadas foi 45,5% (testemunha).

Após cada estágio de dessecação, as sementes foram avaliadas quanto à qualidade fisiológica, por meio do teste de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica (CE).

Para este estudo, foram utilizadas seis repetições de 50 sementes de *P. lambertii* e 40 sementes de *P. sellowii*, por tratamento. As sementes desidratadas foram colocadas em germinadores tipo Mangelsdorf, à temperatura de 25 °C constante, em caixas plásticas "gerbox", com 50 g do substrato vermiculita, umedecida com 80 ml de água destilada. A contagem das sementes germinadas foi realizada a cada dois dias, calculando-se, ao final de cada ensaio, a percentagem total de germinação.

O IVG foi avaliado simultaneamente ao teste de germinação, empregando-se a metodologia descrita por POPINIGIS (1985), por meio da seguinte fórmula:

$$IVG = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{d_i}$$

onde:

$n_i$  = número de sementes germinadas;

$d_i$  = dias transcorridos desde a semeadura.

A condutividade elétrica foi avaliada com seis repetições de 30 sementes, para cada espécie, pesadas com precisão de 0,01 g e, em seguida, acondicionadas em copos plásticos, contendo 75 ml de água destilada. Os copos foram colocados em germinador regulado à temperatura de 25 °C, durante 24 horas. Após esse período, foi efetuada a leitura da condutividade elétrica da solução de exsudatos liberados, utilizando um condutivímetro portátil, marca OAKTON, modelo ECTestr Pure+. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{mhos/cm/g}$ , obtendo-se a condutividade elétrica final, através da razão entre a leitura da solução, pelo peso da semente, seguindo metodologia de VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999).

### 3.5 OCORRÊNCIA DE FUNGOS

No transcorrer da pesquisa, procurou-se identificar os fungos que se desenvolveram durante o processo germinativo das sementes dessas espécies.

A detecção e a identificação de fungos foram efetuadas no Laboratório de Patologia Florestal, da Embrapa Florestas, examinando-se as sementes individualmente, nos diferentes tratamentos. Os fungos encontrados foram identificados, em nível de gênero, com o auxílio de microscopia estereoscópica e óptica, baseado em BOOTH (1971), ELLIS (1971) e BARNETT e HUNTER (1972).

### 3.6 OCORRÊNCIA DE INSETOS EM SEMENTES DE *Podocarpus sellowii* Klotz.

No período de desenvolvimento das sementes de *P. sellowii*, até a fase de dispersão, foi feito o levantamento da quantidade de sementes atacadas por insetos. A

análise foi efetuada por amostragem, constituindo-se de 10 lotes de 100 sementes cada, com o propósito de avaliar os possíveis danos causados a estas.

Exemplares do inseto encontrado nas sementes da espécie foram encaminhados, para identificação, ao Laboratório de Entomologia, do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, PR. O referido inseto foi classificado em nível de ordem.

### 3.7 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Para avaliação estatística dos parâmetros estudados, os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias.

Para a análise de variância da germinação, os dados não apresentaram homogeneidade pelo teste de Bartlett; portanto, foram transformados em  $\arcsen\sqrt{(X)/100}$ , segundo recomendação de BANZATTO e KRONKA (1995). Entretanto, as médias dos tratamentos nas tabelas são apresentadas em valores com operação inversa  $\text{sen}(X)^2 \cdot 100$ .

Os dados de condutividade elétrica apresentaram comportamento semelhante; e  $\ln(x)$  foi a transformação mais adequada para os referidos dados. Porém, nas tabelas, as médias são apresentadas com os dados originais.

Para o IVG, as análises foram realizadas com os dados originais, tendo em vista que esses apresentaram homogeneidade de variância, com distribuição normal.

Na verificação de diferenças estatísticas entre os tratamentos de dessecação, utilizou-se a análise de variância, por meio do teste F, usando-se o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições de 50 e 40 sementes, para *P. lambertii* e *P. sellowii*, respectivamente, por tratamento.

O teste de Tukey, a nível de 5% de significância, foi utilizado para comparação das médias dos diferentes parâmetros, segundo BANZATTO e KRONKA (1995).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DAS SEMENTES DE *Podocarpus lambertii* Klotz.

As sementes de *P. lambertii* são pequenas, esféricas (sub-globosas), com ápice e base mucronados, levemente estriadas, de consistência coriácea e coloração variando entre verde pálido, bege e castanho-amarelada, quando maduras. A semente é sustentada por um receptáculo cilíndrico e carnoso, o epimácio, de cor verde, quando em fase de desenvolvimento, tornando-se roxa escura, quando atinge a fase de maturação. Esta característica foi usada como o mais importante indicativo visual do estágio de maturação das sementes.

RAGAGNIN (1993), em estudo sobre a maturidade fisiológica de sementes de *P. lambertii*, refere-se ao epimácio como sendo um arilo. Contudo, sabe-se que o arilo verdadeiro tem origem na extremidade do funículo, junto à região do hilo. Portanto, a terminologia usada por esse autor não é apropriada. Também constatou que a observação prática da coloração roxa do epimácio é válida para a espécie, porque a máxima germinação coincidiu com essa coloração; bem como, nesse estágio de maturação, as sementes são muito apreciadas pelos pássaros, tornando-se necessário coletá-las na época certa, a fim de evitar perdas pelo ataque de pássaros e pela queda natural das mesmas.

Procedendo-se as análises físicas das sementes recém coletadas da espécie, foram obtidos resultados compatíveis aos encontrados por KUNIYOSHI (1983), referentes ao peso de mil sementes e número de sementes por quilo (Tabela 1).

TABELA 1 – ANÁLISES FÍSICAS DE SEMENTES DE *Podocarpus lambertii* Klotz.

	Pureza (%)	Peso 1000 Sementes (g)	Nº Sementes/kg	Umidade Inicial (%)
GARCIA (2003)	98,75	37,52	26.649	28,7
KUNIYOSHI (1983)	-	33,12	30.351	8,7

Entretanto, no que diz respeito ao grau de umidade inicial das sementes, KUNIYOSHI (1983); INOUE; RODERJAN e KUNIYOSHI (1984) citam que foi de somente 8,7%. É importante ressaltar que, o baixo valor encontrado pelos referidos autores, deve-se, possivelmente, ao período de permanência das sementes no laboratório, após a coleta, onde conseqüentemente, ocorreu a secagem natural e perda de umidade dessas.

Os dados de dimensões das sementes de *P. lambertii* encontram-se na Tabela 2. Apesar das sementes utilizadas neste trabalho terem a mesma procedência daquelas usadas por KUNIYOSHI (1983), os resultados relacionados às dimensões das mesmas são divergentes, sendo que o autor encontrou valores superiores (médias de 5,2 mm e 4,2 mm, para comprimento e diâmetro, respectivamente), o que poderá significar uma variação genética entre as matrizes selecionadas nas duas pesquisas, ou diferença de idade dos indivíduos, ou ainda, alterações referentes a fatores abióticos, tais como: temperatura, intensidade de luz, umidade relativa do ar e umidade do solo, dentre outros, ocorridas durante a fase reprodutiva das matrizes.

TABELA 2 - DIMENSÕES DA SEMENTE DE *Podocarpus lambertii* Klotz.

Dimensões* (mm)	Máxima	Mínima	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
Comprimento	5,53	3,97	4,74	0,28	5,99
Diâmetro	4,79	3,33	3,87	0,22	5,71

\*Médias de 100 sementes

#### 4.2 DESENVOLVIMENTO MORFO-ANATÔMICO DOS ESTRÓBILOS DE *Podocarpus lambertii* Klotz.

*P. lambertii* é uma espécie dióica, com estróbilos masculinos medindo entre 5 mm e 15 mm de comprimento, e 2 mm a 2,5 mm de largura, reunidos em grupos de 3 a 6, no ápice de um pedúnculo axilar de 8 mm a 15 mm de comprimento (Figura 3A).

Os estróbilos femininos são solitários, axilares, estão localizados na região basal da folha e são sustentados por um pedúnculo de 5 mm a 15 mm (Figura 3B).

Os estróbilos masculinos dessa espécie são formados, em média, 60 dias antes que os femininos, ocorrendo nos galhos lançados no ano anterior. Observou-se que as primeiras gemas reprodutivas masculinas surgiram na segunda quinzena de agosto (final do inverno), entrando em senescência no mês de novembro (final da primavera).

Diferentemente dos masculinos, os estróbilos femininos são lançados nos galhos do ano (galhos novos e tenros), e foram observados na segunda quinzena de outubro (primavera), com dispersão das sementes no final de fevereiro e primeira quinzena de março do ano seguinte (verão). REITZ; KLEIN e REIS (1984) relatam que a maturação das sementes de *P. lambertii*, no Rio Grande do Sul, ocorre nos meses de dezembro a fevereiro. Contudo, INOUE; RODERJAN e KUNIYOSHI (1984) afirmam que, no Paraná, essa espécie floresce nos meses de setembro a dezembro, principalmente outubro, e que a maturação dos frutos ocorre a partir de janeiro, mais intensamente em março, estendendo-se até maio.

Na descrição da morfologia externa do estróbilo feminino da espécie, é importante citar que esse é constituído pela semente propriamente dita e por um receptáculo carnoso, aderido a esta. SPJUT (1994) e TOMLINSON (1994) relatam que dentre as Gymnospermae, a família *Podocarpaceae* se destaca por possuir um receptáculo dilatado aderido à semente, conhecido como epimácio. GOLA; NEGRI e CAPPELLETTI (1965) também descrevem o epimácio como uma “escama placentária” ou “escama ligular”, consistente e muito desenvolvida, aderida ao rudimento seminal, compondo o estróbilo feminino das espécies desta família. Conforme tais referências, no transcorrer deste trabalho, será usada essa nomenclatura para a referida estrutura.

Para *P. lambertii* a maturação dos primeiros epimácios iniciou em meados do mês de janeiro, quando esses apresentaram mudança de coloração verde para arroxeadada (cerca de 110 dias após o aparecimento das gemas femininas), intensificando-se no início de março. As diferentes fases de desenvolvimento dos estróbilos masculinos e femininos de *P. lambertii* foram ilustradas no transcorrer deste trabalho (Figuras 4 a 8).

Os estróbilos masculinos, em início de formação, encontram-se inseridos no ápice de um pedúnculo axilar. Nessa fase, nota-se também a presença de brácteas aderidas aos estróbilos em formação (Figura 4A). À medida que os estróbilos se

desenvolvem, as brácteas caem (Figura 4B). Verificou-se que os microsporófilos de *P. lambertii* são em forma de escamas e estão dispostos helicoidalmente sobre o estróbilo, confirmando a descrição feita por SCHULTZ (1963), quando cita que os microsporófilos das coníferas são pequenos, têm forma de escamas ou discos e estão reunidos em espigas. Segundo este autor, em cada estróbilo há de 10 - 1000 microsporófilos, contendo dois microsporângios concrescentes cada, que na maturação se abrem em fendas longitudinais, para liberação dos milhares de micrósporos.

No estróbilo, pôde-se observar numerosos microsporófilos maduros, antes da abertura dos microsporângios, para a liberação dos micrósporos (Figura 4C). Após a dispersão dos micrósporos, observam-se os estróbilos em fase de senescência (Figura 4D). Em seguida, estes rapidamente secam e caem.

Um micrósporo de *P. lambertii*, com estrutura lateral vesiculada e núcleo vegetativo, foi ilustrado neste trabalho (Figura 4E).

Os micrósporos das coníferas podem ser esféricos e lisos, ou munidos de duas vesículas simétricas (câmaras de ar). Esses estão envolvidos por uma parede celulósica interna, a intina; e uma externa, a exina. O micrósporo das espécies do gênero *Podocarpus* é constituído de duas células: uma vegetativa ou sifonogênica e outra generativa ou gametogênica. As vesículas laterais são formadas na parede da exina, propiciando a dispersão dos micrósporos pelo vento (anemofilia), até o primórdio seminal (SCHULTZ, 1963; GOLLA; NEGRI e CAPPELLETTI, 1965; STRASBURGER, *et al.*, 1994).

Foram observados os aspectos estruturais dos estróbilos masculinos de *P. lambertii*, em secções longitudinais, destacando os microsporófilos, no início do desenvolvimento, em forma de escamas (Figura 5A). Em estágio mais avançado de maturação, ilustrou-se um estróbilo, contendo numerosos microsporófilos, destacando os microsporângios (Figura 5B). Verificaram-se detalhadamente os microsporófilos bem desenvolvidos, constituídos de dois microsporângios cada, contendo numerosos micrósporos (Figuras 5C e 5D).

O microsporângio é circundado por um exotécio unisseriado, seguido pelo endotécio, sendo este formado de uma camada de células subepidérmicas, e possui espessamentos parietais nas tangenciais internas e nas anticlinais (RAWITSCHER,

1979; WEBERLING E SCHWANTES, 1986; MARIATH; SANTOS E BITTENCOURT JR., 2003).

Observou-se também um estróbilo em fase de senescência, com os microsporângios rompidos, após ocorrer a dispersão dos micrósporos (Figura 5E).

Diante da dificuldade de se identificar a estrutura reprodutiva feminina, não foi possível efetuar a coleta desse estróbilo no início de formação. GOLA; NEGRI e CAPPELLETTI (1965) a descrevem como uma estrutura ordinariamente pequena, quando em início de formação, reduzida a um só rudimento seminal. De acordo com STRASBURGER *et al.* (1994), as flores femininas das coníferas são muito reduzidas e, em geral, encontram-se aderidas com suas brácteas, o que dificulta a sua identificação.

Na fase inicial de desenvolvimento, o estróbilo feminino é composto pela semente e epimácio, presos a um delgado pedúnculo, com duas brácteas adnatas (Figura 6A). Segundo BELTRATI e PAOLI (2003), tanto nas Gymnospermae como nas Angiospermae, a semente é iniciada como resultado da fecundação da oosfera, contida no óvulo. Portanto, o precursor da semente é o óvulo, caracterizado como um megasporângio tegumentado.

Pôde-se verificar o estróbilo em fase intermediária de maturação, destacando o epimácio com bráctea desprendida, caracterizando uma fase mais avançada de maturação (Figura 6B). Em estágio avançado de desenvolvimento do estróbilo, verificou-se a semente com rafe visível (Figura 6C). Segundo Barroso *et al.* (1999), a rafe, também chamada de funículo interno, é definida como o prolongamento do funículo que percorre a semente, mantém a comunicação entre o hilo e a calaza e se faz notar como uma faixa deixada pelo feixe fibrovascular; porém, nem sempre é perceptível.

Quando a semente de *P. lambertii* atinge o ponto máximo de maturação fisiológica, e está pronta para a dispersão, o epimácio se encontra bem entumescido e destaca-se pela coloração completamente roxa (Figura 6D).

As estruturas internas do estróbilo feminino de *P. lambertii* também foram analisadas. Observou-se um estróbilo em fase jovem, destacando parte do pedúnculo, epimácio com eixo central e sistema vascular visíveis, semente e megasporângio (Figuras 7A e 7B).

A semente dessa espécie possui um tegumento com estrutura espessa, porém, de consistência tênue. Este é constituído de três camadas celulares que, morfologicamente, podem ser descritas como: uma externa coriácea; uma intermediária e delgada, aderida à primeira e uma terceira, também delgada, envolvendo o endosperma primário. Pôde-se constatar a presença de uma pequena abertura central no tegumento da semente, a micrópila (Figura 8A). GIFFORD e FOSTER (1974), afirmam que as coníferas possuem sementes com tegumento provido de micrópila.

A camada tegumentar externa, também denominada exotesta, é formada por uma estrutura mais larga e lignificada, constituída de várias camadas de células parenquimáticas, com formas ovais; neste estrato, destacam-se vários canais resiníferos, de diferentes tamanhos. A camada intermediária, ou mesotesta, é formada por células esclerenquimáticas e têm feixes vasculares localizados em toda a extensão dessa. O terceiro estrato, ou endotesta, compõe-se de algumas camadas de células parenquimáticas, de formato também oval e alguns feixes vasculares (Figura 7C).

A epiderme do tegumento da semente madura de *P. lambertii*, apresenta células com paredes externas espessadas e fortemente cutinizadas, com presença de lipídeos na parte externa da exotesta (Figura 7D).

O endosperma da semente de *P. lambertii* se caracteriza como uma massa homogênea, abundante, de cor branca e consistência gelatinosa (Figura 8A). De acordo com VIDAL e VIDAL (2000), o endosperma primário, nas Gymnospermae, é um tecido originado do megásporo, e, portanto é haplóide.

No endosperma da espécie estudada, constatou-se a presença abundante de grãos de amido, caracterizando-o como um endosperma amiláceo (Figura 8B). Por meio da utilização de luz polarizada, também se registrou a presença de cristais de oxalato de cálcio, na composição do endosperma (Figura 8C).

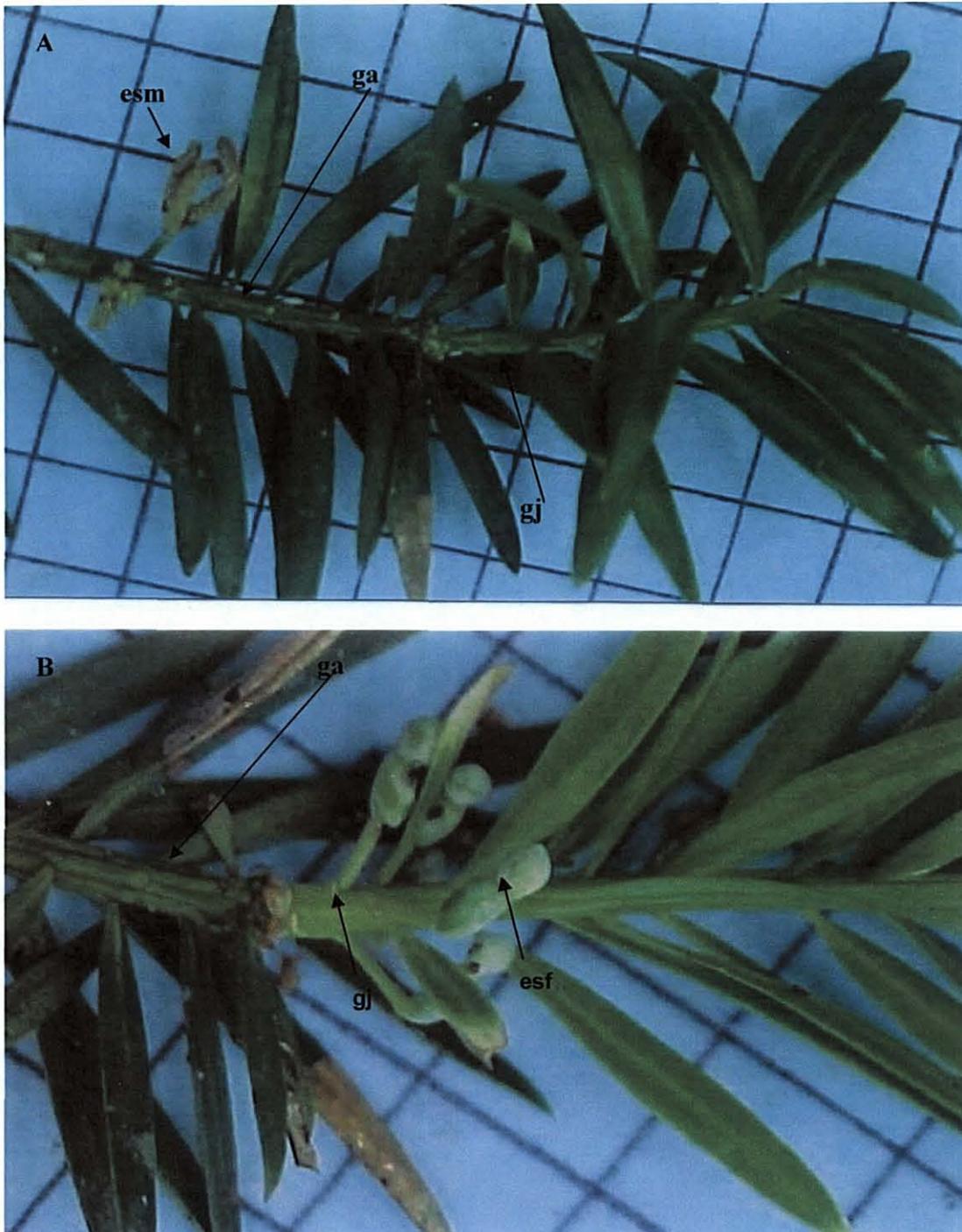
Na fase final de maturação da semente, verificou-se o embrião completamente formado e com dois cotilédones, ocupando a parte central do endosperma (Figura 8D).

O embrião de *P. lambertii* é tipo linear e cotiledonar, e se encontra anatomicamente desenvolvido, com ápice arredondado, dois cotilédones bem definidos e eixo hipocótilo-radícula (Figura 8D). Segundo BELTRATI (1990), o embrião na semente é o órgão que se situa em oposição à micrópila e consiste de um eixo caulinar,

o hipocótilo; um rudimento de raiz, a radícula e uma ou duas folhas modificadas, os cotilédones.

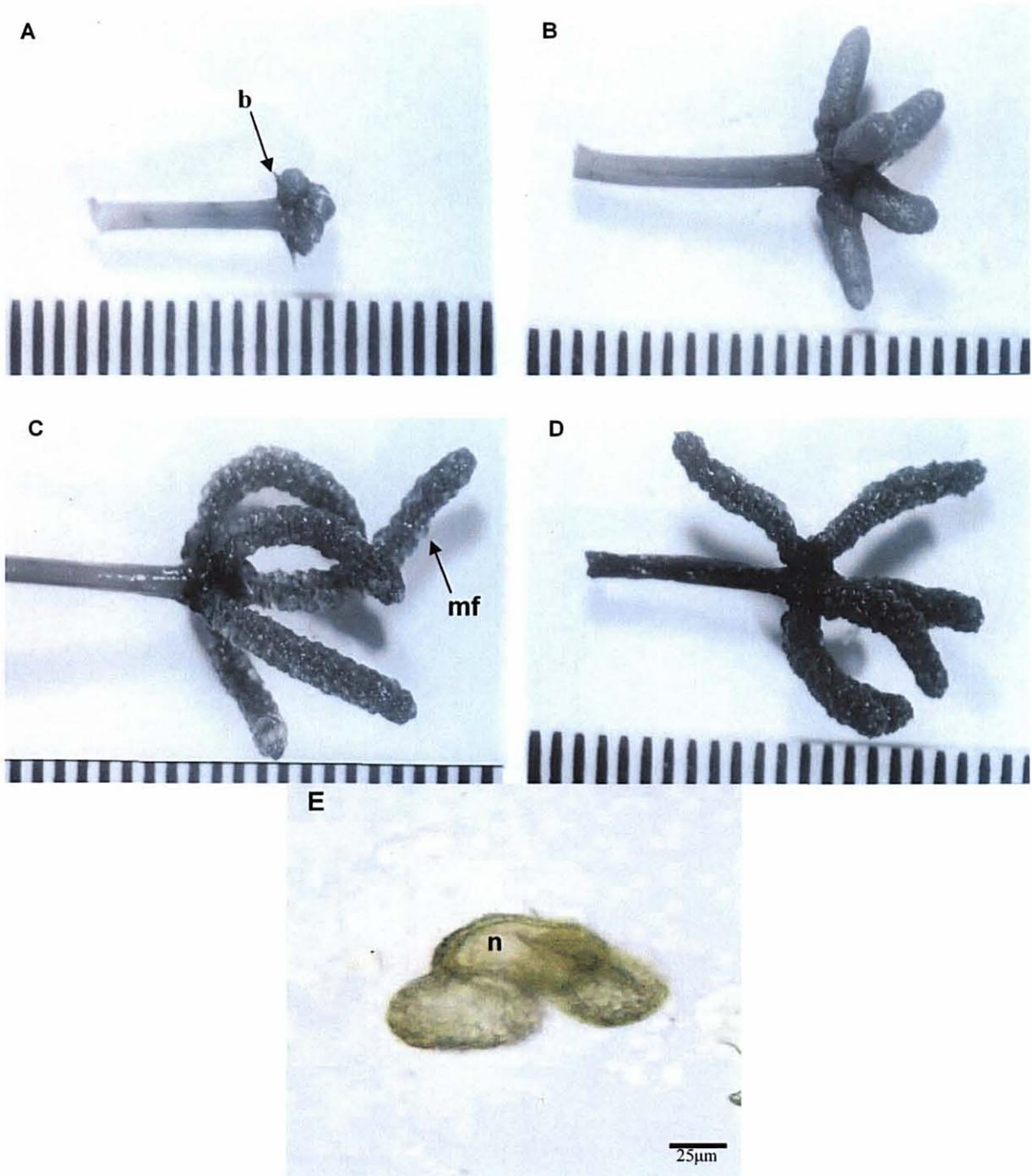
Com relação às características do embrião, SCHULTZ (1963) cita que o gênero *Podocarpus* possui embrião com dois cotilédones, ocupa posição retilínea (ortótropa), e está localizado em uma cavidade elíptica do endosperma. Confirmando os resultados encontrados, BARROSO *et al.* (1999) descrevem que o embrião cotiledonar é aquele que se distingue perfeitamente o eixo hipocótilo-radícula e os cotilédones; bem como, o embrião linear se caracteriza por ocupar o eixo central da semente, sendo que os cotilédones e o eixo mantêm a mesma largura entre si.

FIGURA 3 - GALHOS COM ESTRÓBILOS MASCULINO E FEMININO DE *Podocarpus lambertii* Klotz.



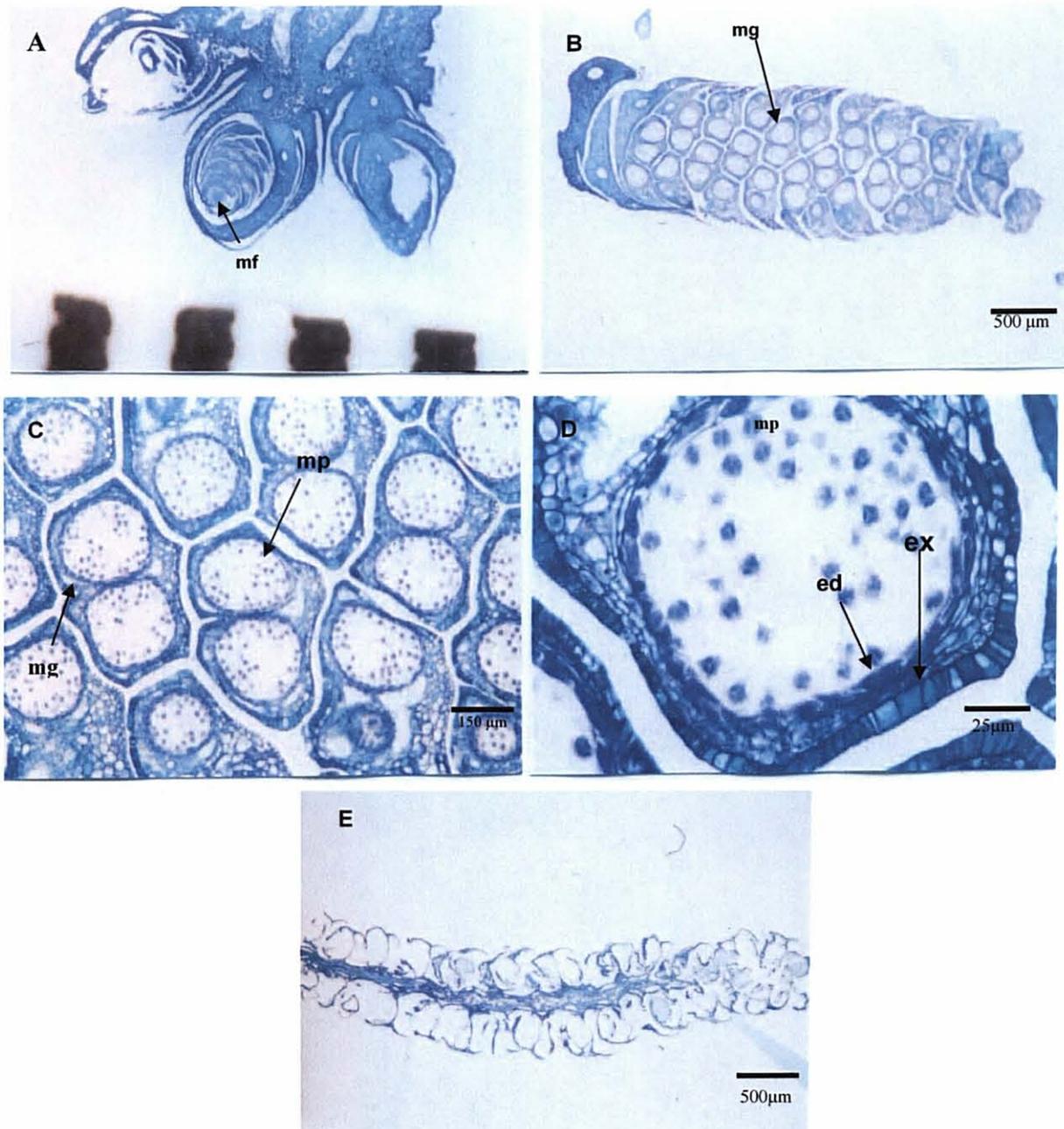
A - estróbilos masculinos (esm); B - estróbilos femininos (esf); galho adulto (ga); galho jovem (gj).

FIGURA 4 – ESTRÓBILOS MASCULINOS DE *Podocarpus lambertii* Klotz., EM DIFERENTES FASES DE DESENVOLVIMENTO (MICROSCOPIA ESTEREOSCÓPICA – M.ES.)



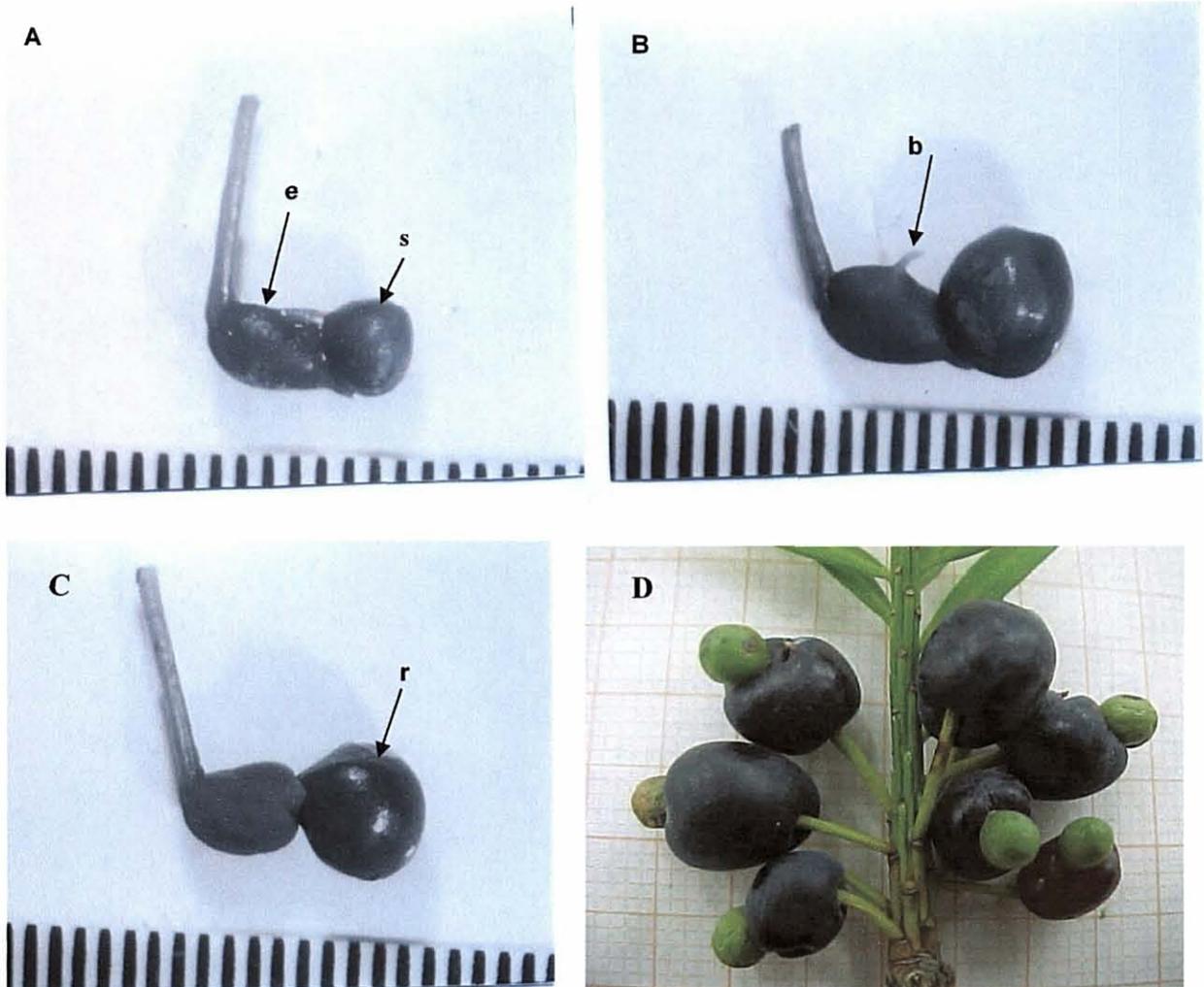
A - fase jovem; B – fase intermediária; C – visão geral dos microsporófilos maduros (mf); D – fase de senescência; E – micrósporo com núcleo (n) - (microscopia fotônica – M.F.); bráctea (b).

FIGURA 5 – ESTRÓBILOS MASCULINOS DE *Podocarpus lambertii* Klotz. (SECÇÕES LONGITUDINAIS - M.F.)



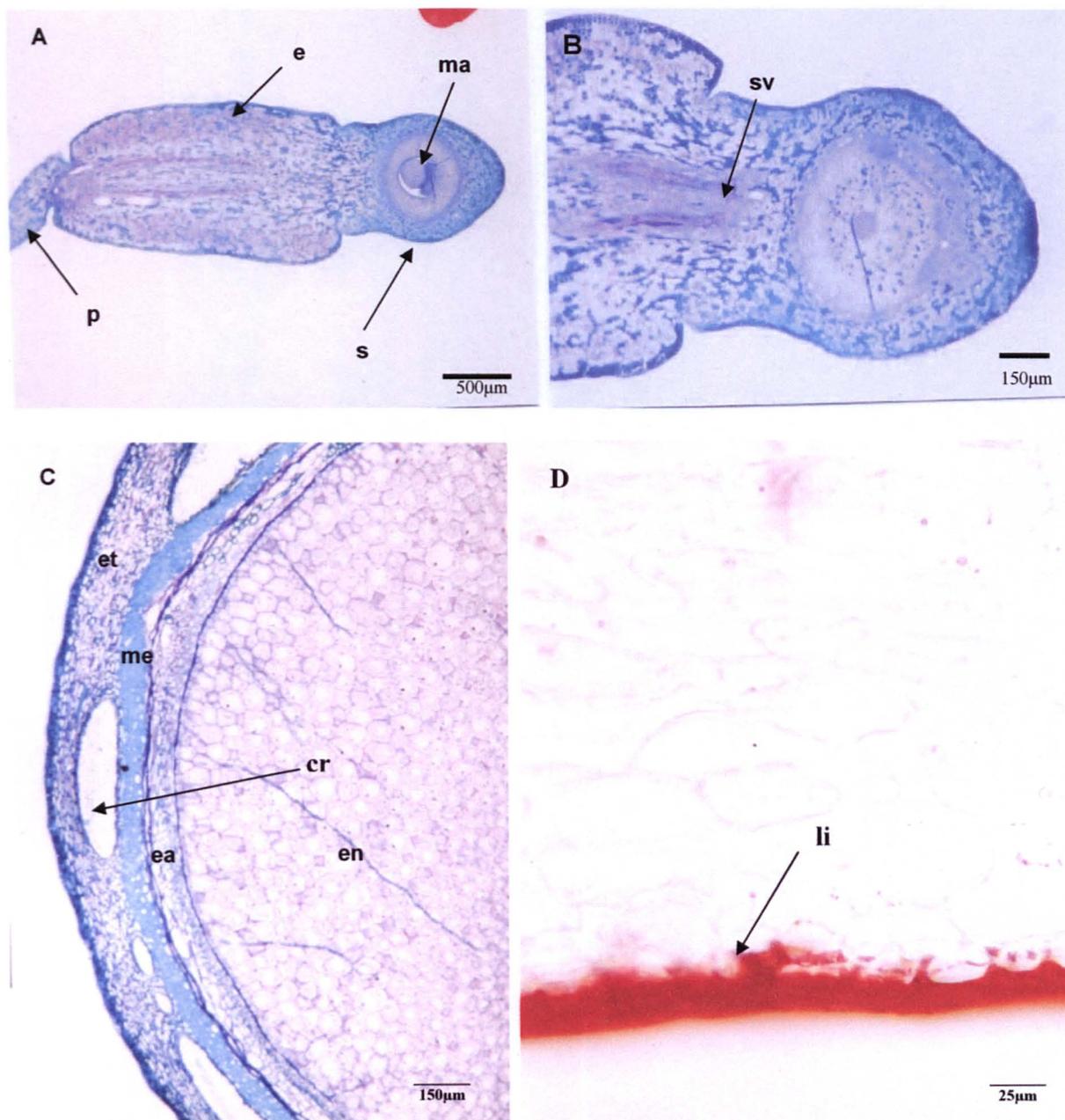
A – vista geral dos estróbilos jovens, destacando os microsporófilos (mf); B – vista geral de um estróbilo, destacando os microsporângios (mg); C – detalhe dos microsporângios (mg), com micrósporos (mp); D - detalhe do microsporângio, destacando os estratos celulares circunjacentes - endotégio (ed) e exotégio (ex); E – vista geral de um estróbilo em fase de senescência, com microsporângios rompidos e vazios.

FIGURA 6 – VISTA GERAL DO ESTRÓBILO FEMININO DE *Podocarpus lambertii* Klotz. (M.ES.)



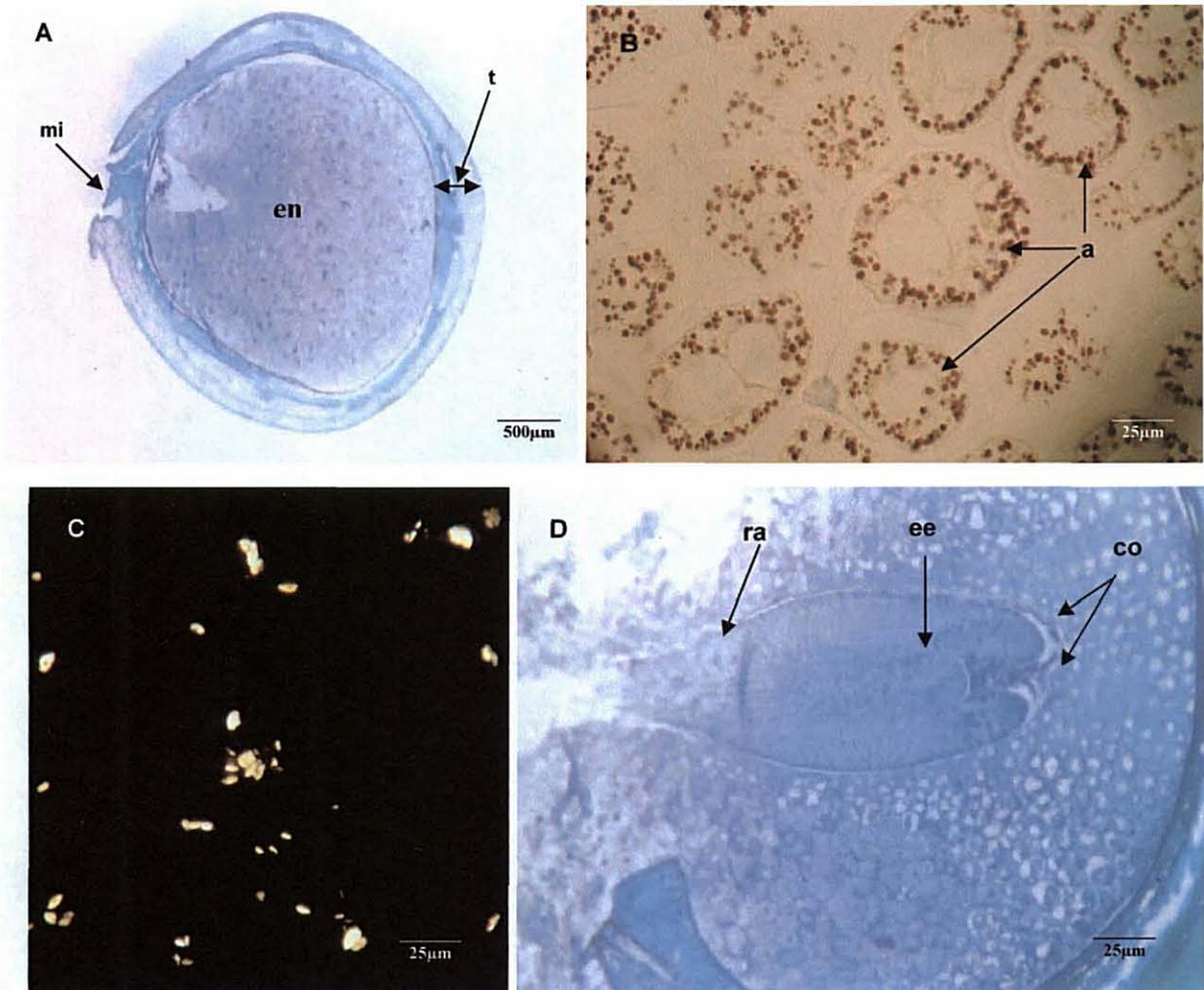
A – fase jovem, destacando a semente em formação (s), e epimáchio (e); B – fase intermediária, destacando o epimáchio com bráctea (b); C – fase adulta, com rafe (r); D – galho com estróbilos maduros.

FIGURA 7 – ESTRÓBILO FEMININO DE *Podocarpus lambertii* Klotz. (SECÇÕES LONGITUDINAIS - M.F.)



A – vista geral do estróbilos feminino, na fase jovem, destacando parte do pedúnculo (p), epimácio (e), semente (s) e megasporângio (ma); B – detalhe da Figura 7A, destacando o sistema vascular (sv); C – vista geral do tegumento (et – exotesta, me – mesotesta, ea – endotesta, cr – canais resiníferos), fv – feixes vasculares e endosperma (en); D – detalhe da exotesta evidenciando epiderme com parede externa cutinizada e presença de lipídeos (li).

FIGURA 8 –SEMENTE DE *Podocarpus lambertii* Klotz. (SECÇÕES TRANSVERSAIS (A e B) E LONGITUDINAIS (C e D) M.F.)



A – vista geral da semente, destacando tegumento (t), micrópila (mi) e endosperma (en); B – detalhe do endosperma com presença de amido (a); C – endosperma com presença de cristais de oxalato de cálcio (oxc); D – semente destacando o embrião com dois cotilédones (co), eixo embrionário (ee) e radícula (ra).

#### 4.3 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Podocarpus lambertii* Klotz.

Com relação ao processo germinativo, este teve início no 13<sup>o</sup> dia de semeadura, estendendo-se até o 42<sup>o</sup> dia, totalizando 59,40% de sementes germinadas. Resultado este considerado baixo, quando comparado com o encontrado por RAGAGNIN; COSTA e HOPPE (1994), obtiveram a máxima germinação de 81%, para sementes de *P. lambertii*. No entanto, INOUE; RODERJAN e KUNIYOSHI (1984), relatam que essas sementes germinam a partir do 20<sup>o</sup> dia de semeadura, indo até o 40<sup>o</sup> dia, com o máximo de 50% de germinação.

Provavelmente, o resultado encontrado neste trabalho está relacionado com a elevada incidência de fungos nas sementes, prejudicando a germinação, tendo em vista que as mesmas não foram submetidas a nenhum tratamento com fungicida. MEDEIROS e ZANON (1998b), trabalhando com sementes dessa espécie, citam a ocorrência de fungos, bem como, a necessidade de tratá-las com produto a base de Thiram a 1%. Também GRIGOLETTI JÚNIOR *et al.* (1999), verificaram a presença de vários gêneros de fungos associados às sementes estratificadas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. Os mais frequentes foram: *Trichoderma*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*, dentre outros. Segundo esses autores, somente o fungicida Thiram foi eficiente no controle dos fungos; porém, causou a redução da percentagem de emergência da espécie.

Salienta-se que as sementes frescas, com teor de água inicial de 28,7%, apresentaram resultado de germinação inferior àquelas que foram submetidas à secagem. Observou-se que, enquanto a percentagem total de germinação das sementes recém coletadas foi de 59,40%, nos demais tratamentos de secagem, com teores de água variando entre 21,7% e 5,7%, a percentagem total de germinação foi superior a 70% (Tabela 3).

Uma possível causa fisiológica para a baixa percentagem de germinação das sementes recém coletadas é explicada por BRYANT (1989), afirmando que, quando o embrião alcança o seu tamanho máximo e a deposição de reservas é completada, dá início à maturação e a desidratação da semente. O transporte de água para fora das células, que antes estavam completamente túrgidas, é inicialmente um processo ativo.

Para o autor, a semente desidratada está fisiologicamente inerte ou quiescente, pronta para ser dispersada e o embrião pronto para germinar. No entanto, neste estágio de suas vidas, muitas sementes não estão quiescentes, e sim, dormentes. Com isso, não germinarão neste período, mesmo se colocadas em condições apropriadas, confirmando-se que, nos embriões maduros de muitas espécies, há indícios de um acúmulo de ácido abscísico, impondo um estado de dormência, pelo menos por um curto período de tempo.

Constatou-se que, nas sementes dessecadas a 7,0% e 5,7% de umidade, ocorreu um retardamento no processo germinativo, iniciando somente uma semana após as demais, provavelmente devido à necessidade de um maior período de tempo para a reidratação. Segundo GUIMARÃES (1999), a germinação começa à medida que a semente se reidrata pelo processo de embebição. Quando se inicia a retomada quase que imediata dos processos metabólicos, no início da embebição, as células mais superficiais já se encontram completamente reidratadas, enquanto aquelas mais distantes da superfície podem ainda estar desidratadas.

#### 4.4 TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DE SEMENTES DE *Podocarpus lambertii* Klotz.

##### 4.4.1 Germinação de Sementes, Índice de Velocidade de Germinação e Condutividade Elétrica

Por meio das análises de variância dos dados, para os diferentes tratamentos de secagem das sementes, verificou-se que os mesmos não exerceram influência significativa ( $P < 0,05$ ) sobre a germinação e o IVG das sementes. Contudo, para a condutividade elétrica, os dados apresentaram diferença estatística. As médias transformadas dos níveis de umidade e o coeficiente de variação obtido, encontram-se na Tabela 3.

Em estudo sobre o efeito da dessecação na longevidade de sementes de *Araucaria hunsteinii* e *A. cunninghamii*, TOMPSETT (1982) concluiu que as sementes de *A. cunninghamii* são ortodoxas, podendo ser desidratadas a 7% de umidade, sem

danos na viabilidade; enquanto que, as sementes de *A. hunsteinii*, mesmo com teor de água relativamente alto, diminuiu a percentagem de germinação, podendo ser incluídas na categoria de recalcitrantes. No entanto, HONG (1996) afirma que as sementes de *Podocarpus henkelii* e *A. hunsteinii*, dentre outras, têm comportamento recalcitrante.

TABELA 3 - VALORES MÉDIOS REFERENTES À PERCENTAGEM DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES, IVG E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE *Podocarpus lambertii* Klotz., SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO

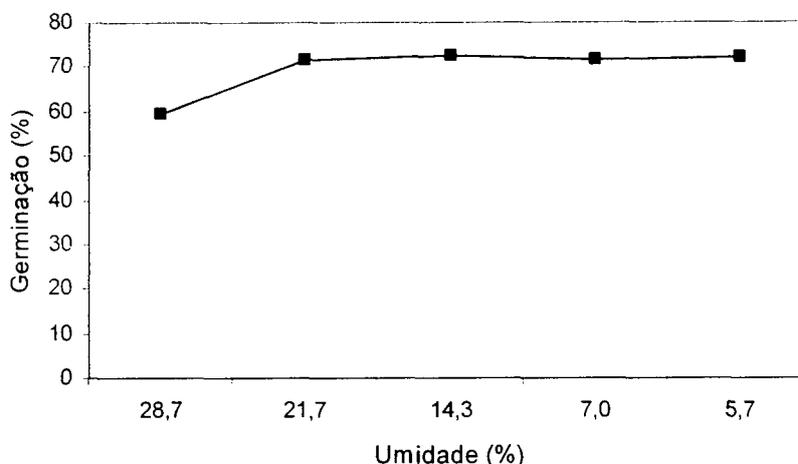
Teores de água (%)	Germinação (%)	IVG	Condutividade Elétrica ( $\mu\text{mhos/cm/g}$ )
28,7	59,40 a	1,59 a	33,94 a
21,7	71,44 a	1,82 a	23,86 b
14,3	72,67 a	1,69 a	29,47 ab
7,0	71,46 a	1,67 a	32,49 a
5,7	72,06 a	1,55 a	25,17 b
CV (%)	8,98	12,12	3,56

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Entende-se como “grau crítico de umidade”, o teor de água das sementes onde iniciaria queda acentuada de germinação; bem como, “grau de umidade letal” aquele mais alto grau de umidade, abaixo do qual praticamente todas as sementes perderiam a viabilidade (HONG e ELLIS, 1992). Diante desses conceitos, e após a verificação dos resultados, pôde-se constatar que, o grau crítico de umidade das sementes de *P. lambertii*, situa-se em nível inferior a 5,7% de umidade.

Vale ressaltar que, as sementes de *P. lambertii*, mesmo após passar pelo estresse hídrico de 72 horas de secagem, atingindo 5,7% de umidade, ainda permaneceram viáveis, com germinação de 72,06% (Figura 9). Com este fato, pôde-se verificar que estas poderão ser classificadas como ortodoxas, considerando que toleraram à dessecação em níveis muito baixos de umidade.

FIGURA 9 – PERCENTAGEM DE SEMENTES GERMINADAS DE *Podocarpus lambertii* Klotz., SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO



Segundo ROBERTS (1973), podem ser consideradas ortodoxas aquelas sementes que suportam a desidratação com teor de água variando entre 5% e 7%. HONG e ELLIS (1996) classificam as sementes em ortodoxas, intermediárias e recalcitrantes, quanto ao comportamento dessas no armazenamento e tolerância à dessecação. Para os mesmos, sementes ortodoxas suportam desidratação a um teor de água de 5%, em equilíbrio com um ambiente de 10-13% de umidade relativa e 20 °C de temperatura; sementes intermediárias suportam dessecação até 10-12,5% de teor de água, mantendo-se em ambiente com 40-50% de umidade e temperatura de 20 °C; sementes recalcitrantes são aquelas que morrem quando dessecadas em teores de água inferiores a 15-20% e deverão ser mantidas em ambiente com 70% de umidade relativa e temperatura de 20 °C.

CARVALHO e PINHO (1997) afirmam que, nas últimas fases de desenvolvimento das sementes ortodoxas, estas adquirem tolerância à dessecação, a qual conduz a um estado de quiescência metabólica, considerada necessária a uma adaptação estratégica às condições ambientais, garantindo a disseminação da espécie.

Com relação ao IVG, o resultado foi semelhante ao encontrado para percentagem de germinação de sementes, onde se constatou que, apesar de serem

submetidas ao um severo estresse hídrico, com teor de água reduzido a 5,7% (72 horas de secagem), as sementes não perderam o vigor (Tabela 3).

De acordo com HARRINGTON (1972), o teste de vigor em sementes detecta as modificações deletérias mais sutis resultantes do avanço da deterioração, não revelados pelo teste de germinação. CARVALHO (1994) e POPINIGIS (1985), citam que a deterioração de uma semente, evidencia-se, em primeiro lugar, pela redução na velocidade de germinação da mesma. Essa semente pode suportar temperaturas elevadas no processo de secagem, sem redução imediata do seu poder germinativo.

Os valores encontrados para a condutividade elétrica demonstram que ocorreu perda de vigor nas sementes, nos tratamentos de dessecação.

Segundo VIEIRA (1994), o valor da condutividade é função da quantidade de lixiviados na solução, a qual está diretamente relacionada com a integridade das membranas celulares. Logo, membranas mal estruturadas e células danificadas estão, geralmente, associadas com o processo de deterioração da semente e, portanto, com sementes de baixo vigor. Para o mesmo autor, a desorganização das membranas celulares está diretamente relacionada com o aumento da quantidade de lixiviados liberados na água de embebição, ou seja, o aumento dos valores da condutividade elétrica, caracteriza o decréscimo no vigor da semente.

Percebeu-se, contudo, que ocorreu uma certa discrepância nos valores referentes à condutividade, nos diferentes níveis de dessecação das sementes (Tabela 3). Observou-se que nas sementes não desseçadas (testemunha), a média de condutividade diferiu estatisticamente daquelas que foram submetidas à secagem a níveis muito baixos, como a 5,7%. Provavelmente, esse resultado está relacionado com a elevada incidência de fungos de campo nas sementes não desseçadas, o que poderá ter contaminado a solução de embebição das mesmas.

Constatou-se também uma desuniformidade no tamanho das sementes de *P. lambertii*, fator que poderá refletir diretamente nas médias da condutividade elétrica, considerando que, dependendo do tamanho das sementes, a leitura da condutividade poderá variar para mais ou para menos. Esse fato provavelmente explica o ocorrido no tratamento de dessecação a 7,0%, onde o lote de sementes apresentava desuniformidade de tamanho e conseqüentemente, a quantidade de lixiviados foi

estatisticamente superior aos demais. VIEIRA (1994) relata que, dentre os fatores que poderão afetar os resultados da condutividade elétrica, está o efeito do tamanho da semente, o qual vem sendo estudado com certa profundidade, principalmente em sementes de culturas agrícolas como ervilha, feijão e soja.

Para DIAS; MARCOS-FILHO e CARMELLO (1997), o valor da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes varia na quantidade e no tipo de lixiviados na solução. Frisam também que são perdidas substâncias, tais como compostos orgânicos (açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos e proteínas) e inorgânicos (ions fosfatos,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  e  $\text{Na}^+$ ).

Os resultados registrados neste trabalho, possivelmente poderão ser explicados por VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999), quando citam ter verificado que teores de água muito baixos,  $\leq 10\%$ , ou muito altos,  $\geq 17\%$ , apresentam diferença significativa nos resultados da condutividade. Conforme estes autores, efeito maior tem sido observado quando o teor de água é muito baixo ( $\leq 10\%$ ), causando aumento significativo nos resultados da condutividade elétrica de sementes de várias espécies.

Outros fatores que poderão interferir nos resultados da condutividade elétrica de sementes vêm sendo estudados por GASPARG e NAKAGAWA (2002), destacando o efeito do número de sementes relacionado com a quantidade de água para embebição; bem como, o efeito do período e temperatura de embebição, sobre a condutividade elétrica da solução, em sementes de *Pennisetum americanum*, visando aprimorar metodologia deste teste na avaliação do vigor de sementes da espécie.

Diante desses fatos, e tendo em vista não haver uma metodologia definida no uso do teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor em sementes de espécies florestais, ressalta-se a importância desse teste que, conforme VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999), destaca-se por sua objetividade, rapidez, baixo custo em equipamento e treinamento de pessoal.

Portanto, torna-se imprescindível a adaptação de metodologia do teste de condutividade elétrica, para avaliar o vigor de sementes florestais, considerando os seguintes fatores: tamanho de semente, teor de umidade da semente, número de semente em função da quantidade de água para embebição, tempo de embebição e temperatura de embebição, dentre outros.

#### 4.5 OCORRÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE *Podocarpus lambertii* Klotz.

Durante o desenvolvimento desse trabalho, registrou-se a presença de vários gêneros de fungos nas sementes, nos diferentes tratamentos. A relação dos gêneros de fungos que foram identificados, encontra-se na Tabela 4.

No acompanhamento do processo germinativo das sementes, pôde-se verificar, a princípio, uma maior incidência de fungos nas sementes que apresentavam teor de água mais elevado, ou seja, aquelas que não foram submetidas à secagem.

POPINIGIS (1985), CARVALHO e PINHO (1997) e MACHADO (2000) citam que os gêneros de fungos de campo e de armazenamento mais comuns são: *Alternaria*, *Fusarium*, *Phomopsis*, *Aspergillus* e *Penicillium*, dentre outros. Os principais danos causados por estes fungos são o decréscimo na germinação e no nível de vigor das sementes; as transformações bioquímicas e produção de toxinas, e as modificações celulares, os quais poderão afetar negativamente a qualidade das sementes.

De acordo com os resultados obtidos, detectou-se a presença de fungos classificados como potencialmente patogênicos, ou seja, aqueles que causam doenças nas sementes e plântulas; e fungos denominados saprófitas, sendo estes responsáveis pela deterioração da semente, e conseqüentemente, acarretam prejuízo na germinação. Dentre os saprófitas mais comuns, verificou-se a maior incidência de *Penicillium* e *Pestalotia*, na maioria dos tratamentos (Tabela 4).

TABELA 4 – OCORRÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE *Podocarpus lambertii* Klotz., SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO

Umidade (%)	Fungos
28,7	<i>Pestalotia</i> spp; <i>Penicillium</i> spp; <i>Phomopsis</i> spp
21,7	<i>Mucor</i> spp; <i>Pestalotia</i> spp; <i>Penicillium</i> spp; <i>Trichoderma</i> spp
14,3	<i>Pestalotia</i> spp; <i>Penicillium</i> spp; <i>Phomopsis</i> spp; <i>Trichoderma</i> spp
7,0	<i>Pestalotia</i> spp; <i>Penicillium</i> spp
5,7	<i>Pestalotia</i> spp; <i>Penicillium</i> spp

A ocorrência generalizada de fungos nas sementes recém coletadas (testemunha), pode ter contribuído para a baixa percentagem de germinação das mesmas. Outros autores como GARCIA (1991), verificou em sementes de *Theobroma grandiflorum*, que a temperatura de 25 °C e o substrato vermiculita, igualmente utilizados neste estudo, proporcionaram maior incidência de fungos nas sementes em processo de germinação, sendo os gêneros *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus* e *Rhizoctonia*, os mais comuns. Em sementes de *Tabebuia impetiginosa* e *Anadenanthera macrocarpa*, NOBRE (1994) detectou a presença de vários fungos associados às sementes, com maior freqüência em germinador. Dentre outros, destacaram-se *Fusarium*, *Phomopsis*, *Alternaria*, *Penicillium* e *Trichoderma*, que conseqüentemente, comprometeram a germinação daquelas sementes.

#### 4.6 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DAS SEMENTES DE *Podocarpus sellowii* Klotz.

Os dados de dimensões das sementes de *P. sellowii* encontram-se na Tabela 5 e pelos valores encontrados, estas são maiores que as de *P. lambertii*.

TABELA 5 - DIMENSÕES DA SEMENTE DE *Podocarpus sellowii* Klotz.

Dimensões* (mm)	Máxima	Mínima	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
Comprimento	10,63	7,10	9,01	0,64	7,14
Largura	8,76	6,40	7,49	0,51	6,83
Espessura	8,67	6,40	7,36	0,52	7,12

\*Médias de 100 sementes

As sementes de *P. sellowii* têm tamanho médio, são esféricas (sub-globosas), levemente estriadas, de consistência coriácea e coloração verde escura, quando maduras. A semente é sustentada pelo epimácio, de cor verde claro, quando em fase de desenvolvimento, tornando-se roxa escura, quando atinge a maturação.

Na natureza, a cor dos frutos funciona como um mecanismo de advertência ou atração para agentes de dispersão biótica. A coloração dos frutos dispersados por aves (ornitocoria), é, em geral, bastante visível (vermelha, alaranjada, azul), destacando-se na copa das árvores (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993).

Diante dessa afirmação, como também a citação de KUNIYOSHI (1983), para *P. lambertii*, considerou-se que, provavelmente, as sementes de *P. sellowii* sejam ornitocóricas. Ressalta-se que, assemelhando-se ao *P. lambertii*, a coloração do epimácio foi utilizada como parâmetro do estágio de maturação das sementes da espécie, neste trabalho.

Os dados das análises físicas das sementes recém coletadas, encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 – ANÁLISES FÍSICAS DE SEMENTES DE *Podocarpus sellowii* Klotz.

Pureza (%)	Peso 1000 Sementes (g)	Nº Sementes/kg	Umidade Inicial (%)
98,85	270,60	3.695	45,5

BARBOSA (2002) trabalhando com sementes de *P. sellowii*, oriundas da região de Paranaguá, PR (Floresta Ombrófila Densa), afirma ter encontrado 26,8% para o teor de água das sementes. Contudo, GARCIA, NOGUEIRA e ALMEIDA (2003), em análise de sementes dessa espécie, procedentes da região de Piraquara, PR (área de transição da Floresta Ombrófila Densa com a Floresta Ombrófila Mista), verificaram que o peso de 1000 sementes foi de 383,50 g; o número de sementes por quilo foi de 2.607 unidades e teor de água inicial de 54,8%.

#### 4.7 DESENVOLVIMENTO MORFO-ANATÔMICO DOS ESTRÓBILOS DE *Podocarpus sellowii* Klotz.

*P. sellowii* é uma espécie dióica, assemelhando-se ao *P. lambertii*, da qual se distingue por ter folhas lanceoladas mais largas, bem como, ausência de pedúnculo nos

estróbilos masculinos; estes são sub-sésseis, medem entre 10 mm e 20 mm de comprimento; 2,5 mm a 3,0 mm de largura, quando maduros e dispõem-se solitariamente ou em grupos de até 3, nos galhos adultos (Figura 10A).

Os estróbilos femininos são solitários, sustentados por um pedúnculo de 5 mm a 12 mm e encontram-se localizados na região basal da folha, nos galhos novos, lançados no ano (Figura 10B).

Verificou-se que os estróbilos masculinos da espécie, assim como os de *P. lambertii*, formam-se, em média, dois meses antes que os femininos, e diferentemente destes, também se desenvolvem nos galhos do ano anterior. As primeiras gemas reprodutivas masculinas surgiram na primeira quinzena de setembro (final do inverno), entrando em senescência no mês de dezembro.

Os estróbilos femininos foram observados na primeira quinzena de novembro, com dispersão das sementes ocorrendo no mês de março do ano seguinte (primeira metade do mês). A maturação dos primeiros epimácios ocorreu ao final de fevereiro, quando apresentaram mudança de cor verde para arroxeada (cerca de 100 dias após o aparecimento das gemas femininas). Entretanto, BARBOSA (2002) estudando a reprodução, dispersão primária e regeneração de *P. sellowii*, dentre outras espécies procedentes da Floresta Ombrófila Densa, no município de Paranaguá/PR, afirma que a dispersão das sementes dessa espécie teve início na primeira semana de fevereiro, prosseguindo até a primeira semana de junho.

Os estróbilos masculinos, em início de formação, também possuem brácteas aderidas, que permanecem até a maturação desses (Figura 11A). Pôde-se observar densos estróbilos em fascículos, na fase de desenvolvimento (Figura 11B). No estágio avançado de maturação dos estróbilos, percebem-se numerosos microsporófilos, antecedendo a abertura dos microsporângios, para a liberação dos micrósporos (Figura 11C). Após atingir a maturação, verifica-se claramente que os microsporângios abrem-se em fendas longitudinais, para liberação dos micrósporos (Figura 11D). O processo de senescência, e posterior queda dos estróbilos, ocorreu logo após a dispersão dos micrósporos.

Os estróbilos de *P. sellowii*, com numerosos microsporófilos em desenvolvimento, apresentam forma de escamas (Figura 12A e 12B).

Em secção longitudinal, visualiza-se um estróbilo maduro e microsporófilos ordenados de forma helicoidal, com dois microsporângios na parte inferior e micrósporos prontos para a dispersão (Figura 12C). Observou-se que os microsporófilos da espécie são semelhantes aos de *P. lambertii*, ou seja, possuem-se dois microsporângios, com numerosos micrósporos (Figura 12D).

Os micrósporos de *P. sellowii* assemelham-se aos de *P. lambertii*, isto é, possuem vesículas laterais formadas pela expansão da exina e uma porção central maior, onde se encontram os núcleos vegetativo ou sifonogênico, e generativo ou gametogênico (Figura 12E).

Segundo TOMLINSON (1994); RAWITSCHER (1979); GOLA; NEGRI e CAPPELLETTI (1965), os micrósporos da família Podocarpaceae são munidos de duas expansões laterais (câmaras de ar), formadas pela exina, facilitando o transporte destes pelo vento, até o rudimento seminal.

Com relação ao desenvolvimento da estrutura reprodutiva feminina de *P. sellowii*, ressalta-se que esta também é semelhante à de *P. lambertii*. De acordo com STRASBURGER *et al.* (1994) e GOLA; NEGRI e CAPPELLETTI (1965), essa pode ser confundida com folhas escamiformes ou “escamas seminíferas” e também se encontra aderida às brácteas.

É oportuno salientar que, a estrutura reprodutiva feminina, nas duas espécies acompanhadas, tem como característica comum uma grande rapidez no processo de desenvolvimento, sendo que no espaço de uma semana, pôde-se distinguir nitidamente os estróbilos femininos.

O estróbilo feminino de *P. sellowii* é constituído pela semente e epimácio, presos a um delgado pedúnculo, contendo uma bráctea, que poderá estar ou não solta (Figura 13A). Na fase intermediária de maturação, destaca-se a semente, com proeminência, indicando a presença de rafe, e epimácio mais desenvolvido (Figura 13B). Em fase adiantada de desenvolvimento do estróbilo, pode-se observar a semente bem desenvolvida e o epimácio com bráctea solta (Figura 13C). Quando a semente atinge a maturidade fisiológica e está apta para a dispersão, o epimácio se encontra completamente entumescido e torna-se roxo. No entanto, verificou-se que a espécie apresenta uma grande desuniformidade na maturação das sementes (Figura 13D).

Um estróbilo feminino de *P. sellowii* foi observado anatomicamente, na fase jovem, destacando o epimácio com bráctea, semente com megasporângio em formação e micrópila (Figura 14A). Também em secção longitudinal, verifica-se detalhadamente um estróbilo, com destaque para o sistema vascular nítido do epimácio, e semente com endosperma primário em formação (Figura 14B).

Com relação ao tegumento da semente dessa espécie, constatou-se que, igualmente ao *P. lambertii*, também possui três camadas celulares bem formadas (Figura 14C). Segundo BELTRATI (1990), nas Gymnospermae o tegumento é histologicamente diferenciado em três zonas: uma camada externa carnosa; uma camada mediana "pétrea" ou esclerenquimática e uma camada interna também carnosa. Para o autor, o grau de desenvolvimento de cada um desses estratos, durante a ontogenia da semente, varia nos diferentes grupos dessas espécies.

A camada tegumentar externa é composta de uma estrutura larga, constituída de várias camadas de células parenquimáticas, de forma mais ou menos retangular; neste estrato, destacam-se também canais resiníferos, de tamanho diferenciado. A camada intermediária se constitui de células esclerenquimáticas, com forma arredondada, e alguns feixes vasculares. A endotesta compõe-se de algumas camadas de células parenquimáticas, com forma também oval (Figura 14 C).

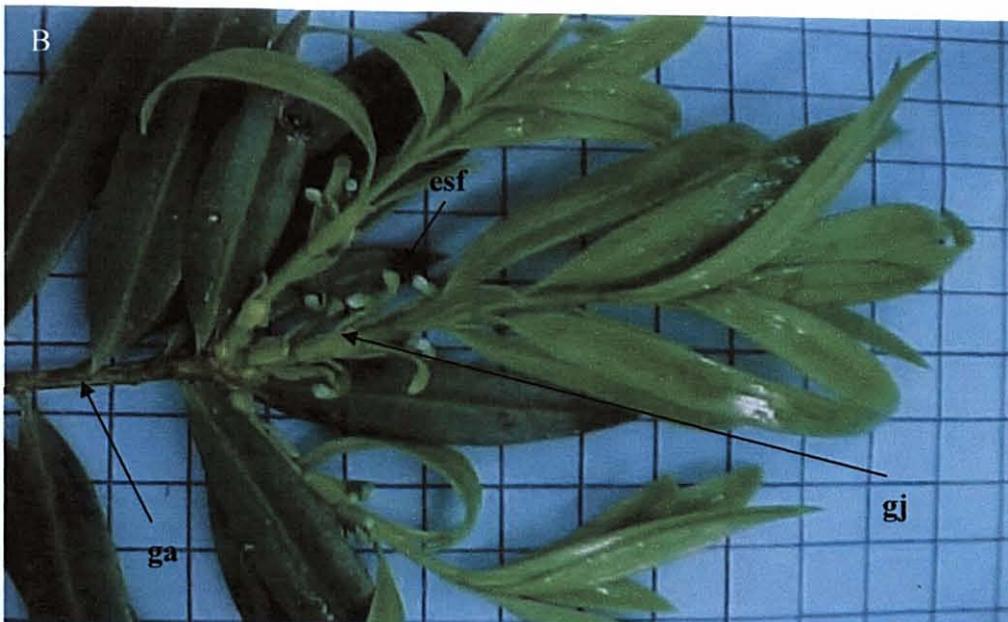
A epiderme da exotesta apresenta células cuja parede externa é espessada e fortemente cutinizada, com presença de lipídeos (Figura 14D).

A semente dessa espécie possui endosperma abundante, caracterizado como uma massa branca e homogênea, semelhante ao de *P. lambertii*. Detalhe do endosperma foi analisado anatomicamente (Figura 15A). Neste, constatou-se a presença abundante de grãos de amido, como principal material de reserva no tecido endospermático, caracterizando-o como endosperma amiláceo (Figuras 15B e 15C). Também detectou-se, por meio de luz polarizada, a presença de cristais de oxalato de cálcio, no endosperma da semente de *P. sellowii* (Figura 15D).

As características do embrião da espécie assemelham-se ao do *P. lambertii*; ou seja, localiza-se em uma cavidade elíptica do endosperma primário, tem ápice arredondado, é do tipo linear e cotiledonar. Após a dispersão da semente, o embrião de

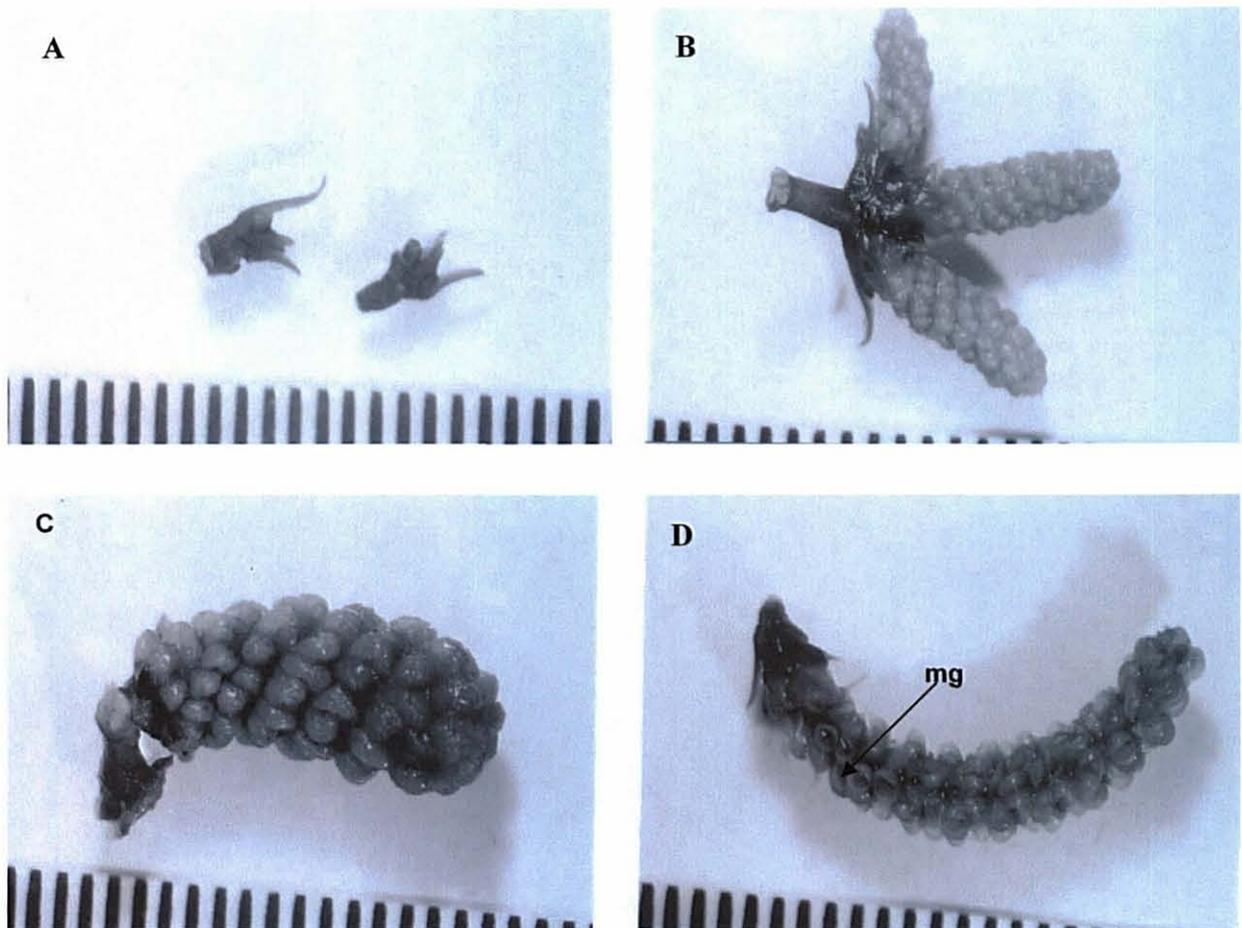
*P. sellowii* se encontra desenvolvido anatomicamente, apresentando dois cotilédones bem nítidos e eixo hipocótilo-radícula claramente definido (Figura 15E).

FIGURA 10 – GALHOS COM ESTRÓBILOS MASCULINO E FEMININO DE *Podocarpus sellowii* Klotz.



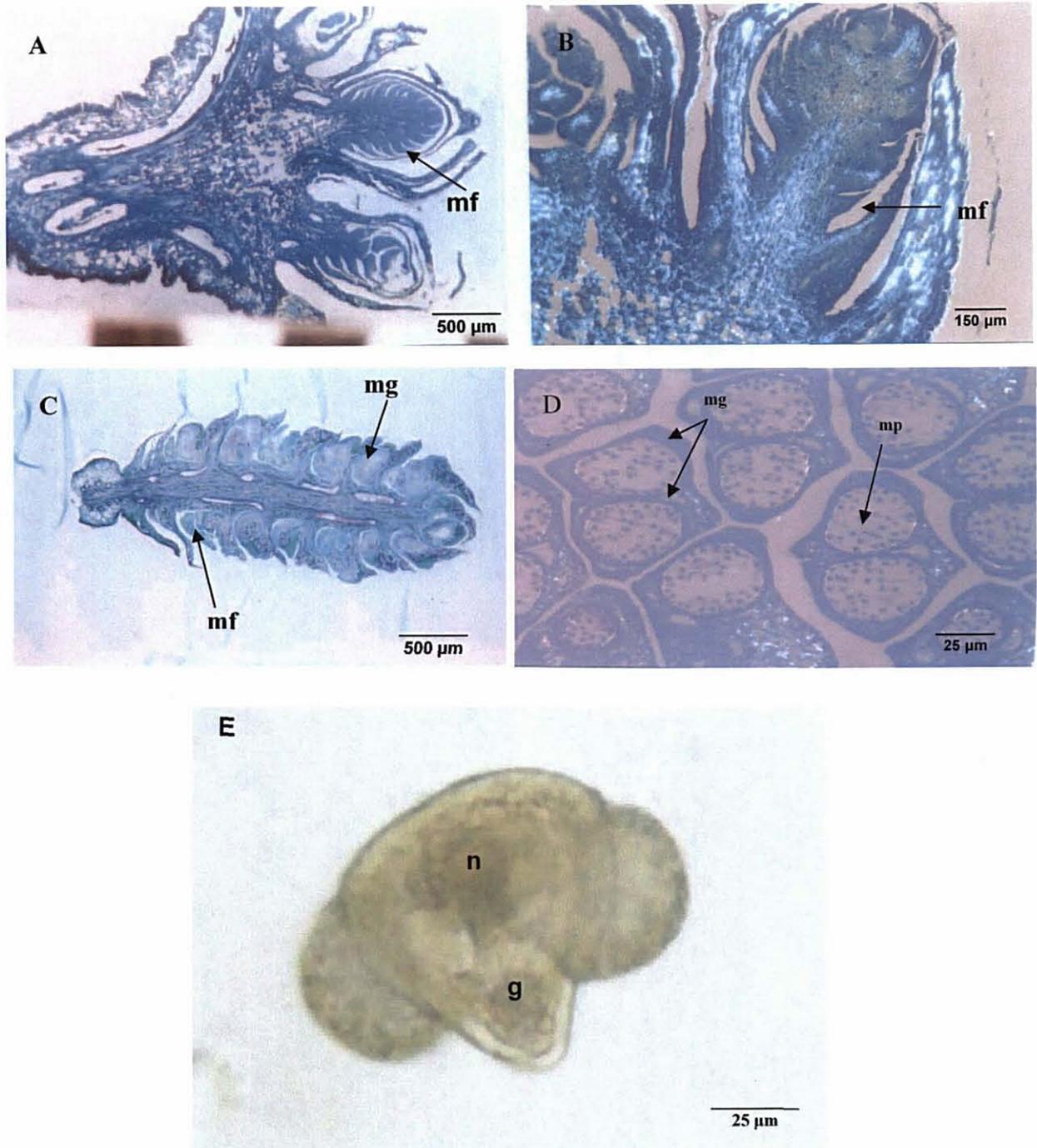
A - estróbilos masculinos (esm); B - estróbilos femininos (esf); galho adulto (ga); galho jovem (gj).

FIGURA 11 - ESTRÓBILOS MASCULINOS DE *Podocarpus sellowii* Klotz., EM DIFERENTES FASES DE DESENVOLVIMENTO (M.ES.)



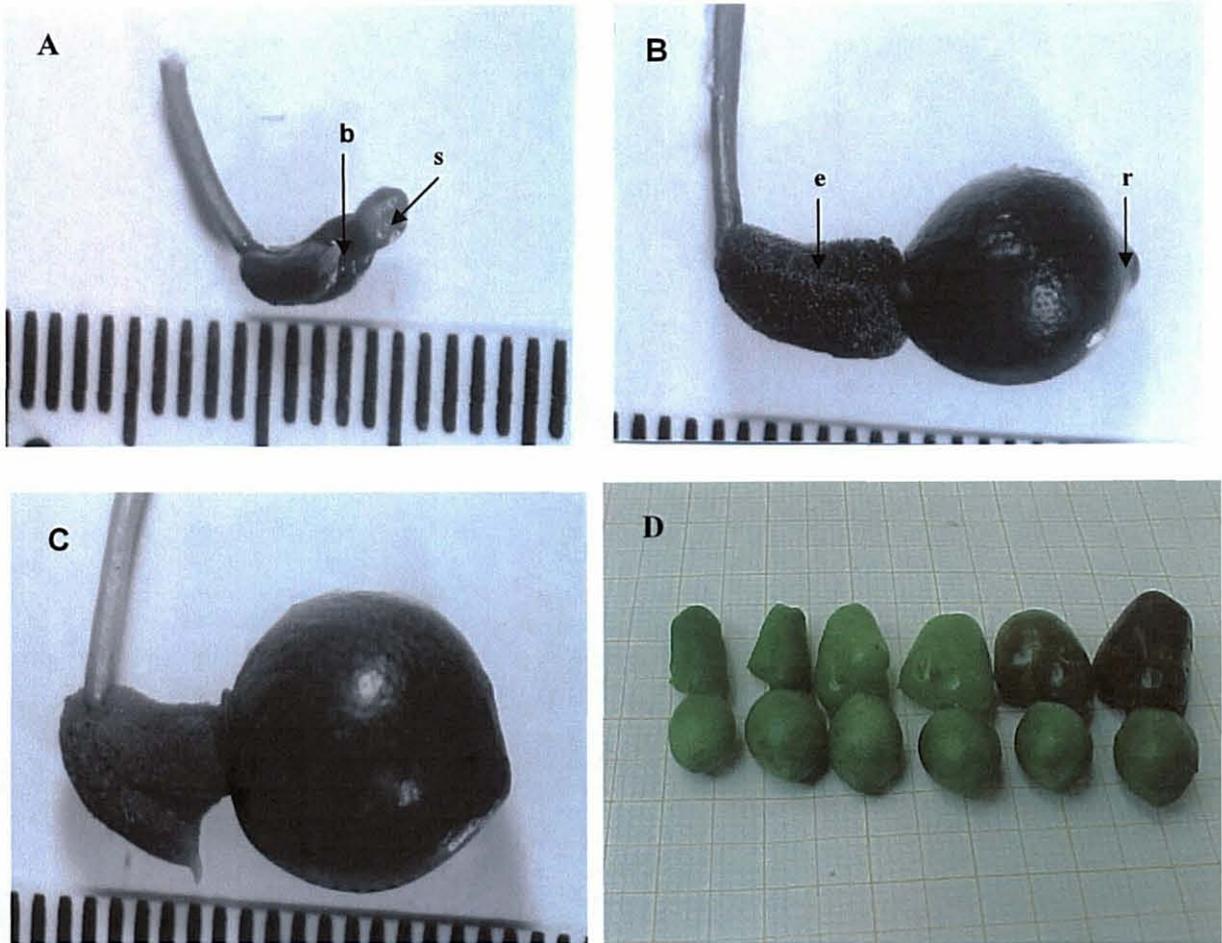
A – fase jovem; B – fase intermediária; C – microsporófilos maduros; D – fase após a abertura dos microsporângios (mg).

FIGURA 12 – ESTRÓBILOS MASCULINOS DE *Podocarpus sellowii* Klotz. (SECÇÕES LONGITUDINAIS - M.F.)



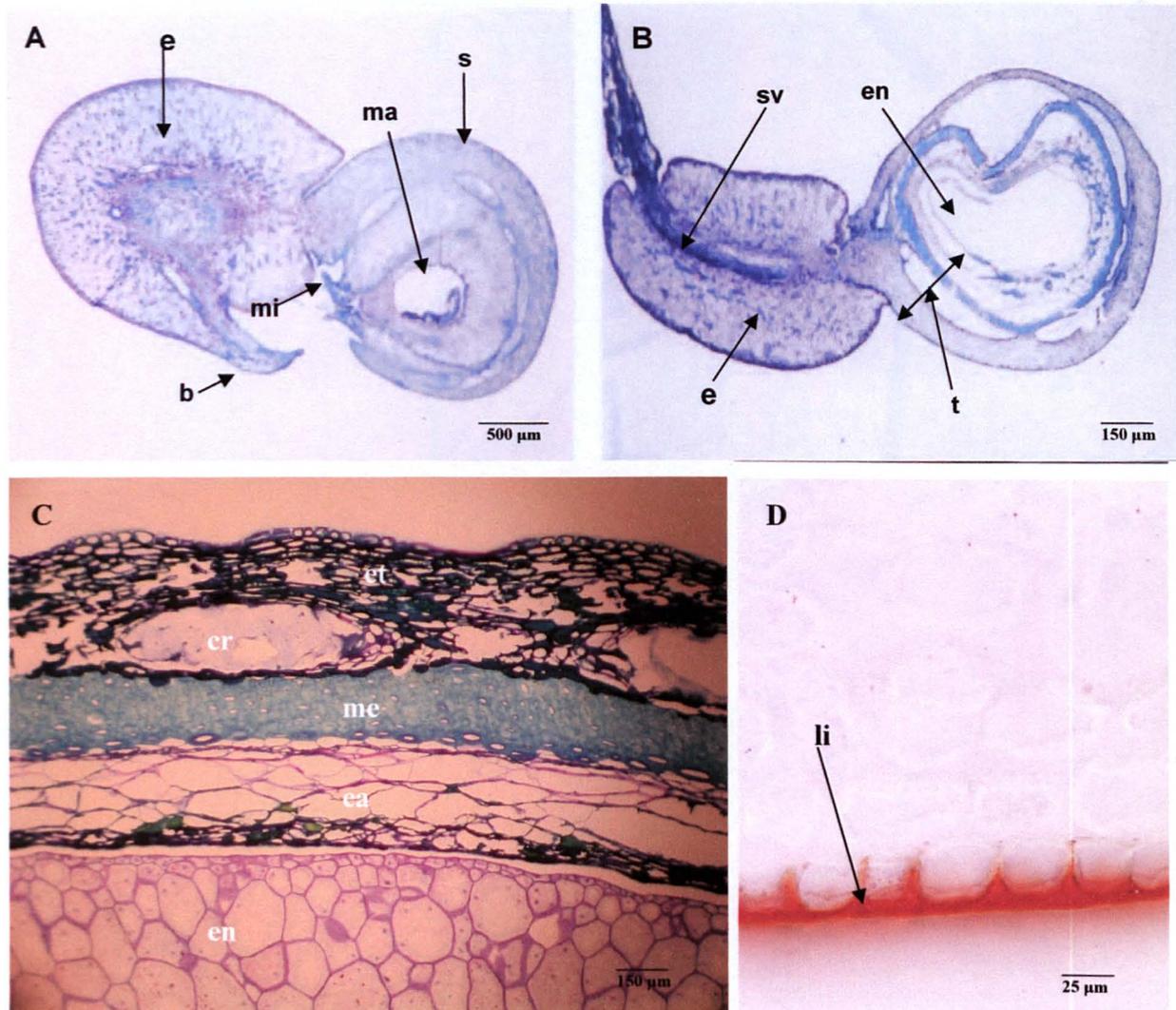
A – vista geral dos estróbilos, destacando os microsporófilos (mf); B – detalhe de um estróbilo, com luz polarizada; C – estróbilo maduro destacando os microsporófilos (mf) com microsporângios (mg); D – detalhes dos microsporângios (mg) com micrósporos (mp) com luz polarizada; E – micrósporo com núcleo vegetativo (n) e núcleo generativo (g) - (M.F.).

FIGURA 13 – ESTRÓBILO FEMININO DE *Podocarpus sellowii* Klotz. (M.ES.)



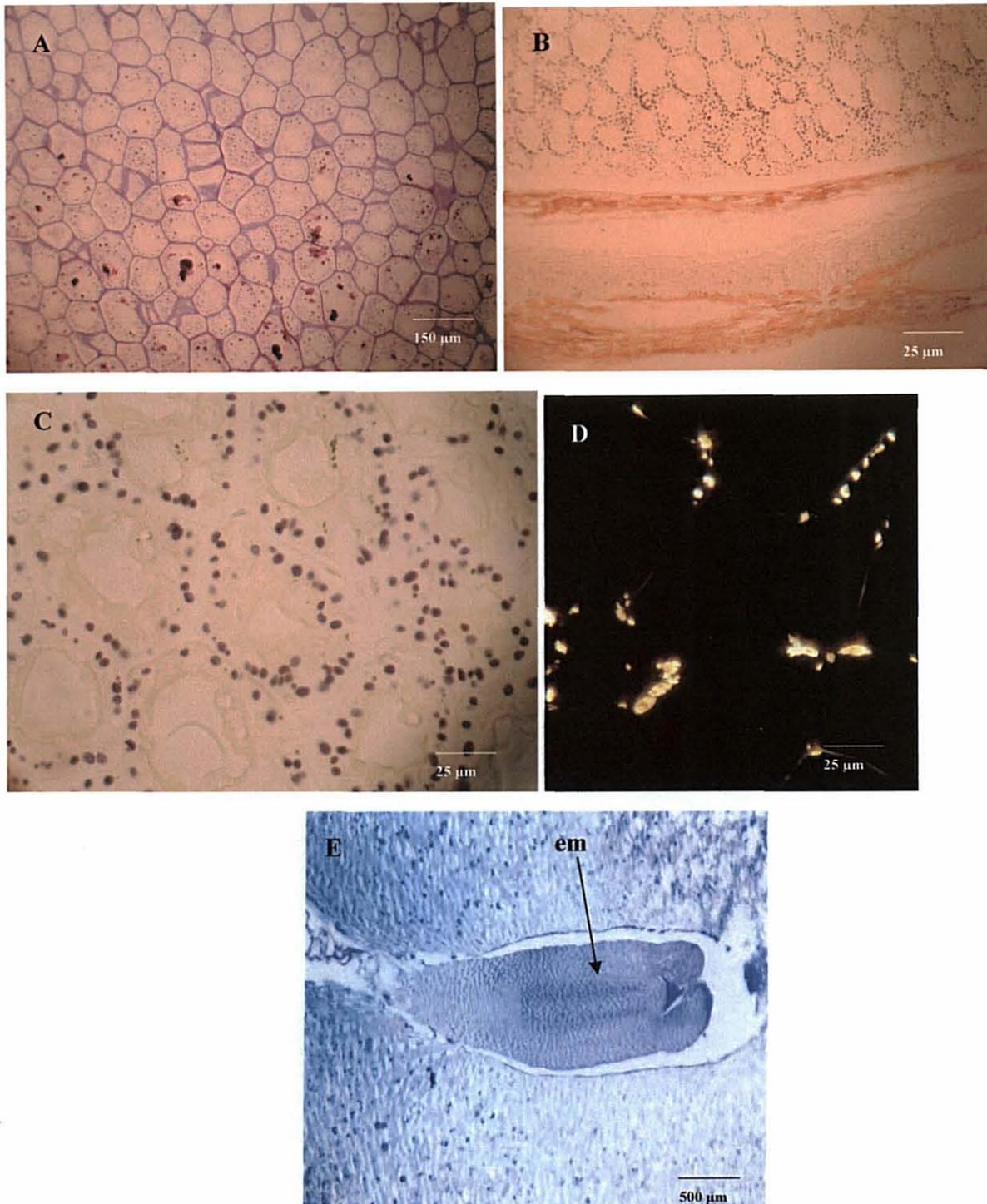
A – fase jovem, destacando a semente (s) e epimácio com bráctea (b); B – fase intermediária, com epimácio desenvolvido (e) e semente com projeção da rafe (r); C – fase adulta, com epimácio, e bráctea solta; D – diferentes fases de desenvolvimento e maturação.

FIGURA 14 – ESTRÓBILO FEMININO DE *Podocarpus sellowii* Klotz. (SECÇÕES LONGITUDINAIS (A, B e C) E TRANSVERSAL (D) - M.F.)



A – vista geral do estróbilo feminino, na fase jovem, destacando o epimáchio (e) com bráctea (b), semente (s), megasporângio (ma) e micrópila (mi); B – vista geral do estróbilo destacando o epimáchio (e) com sistema vascular (sv), tegumento (t) e endosperma (en); C - vista geral do tegumento (et – exotesta, me – mesotesta, ea – endotesta, cr – canais resiníferos) e endosperma (en); D – detalhe da exotesta com parede epidérmica cutinizada e presença de lipídeos (li).

FIGURA 15 – ASPECTOS ESTRUTURAIS DA SEMENTE DE *Podocarpus sellowii* Klotz., EM SECÇÕES LONGITUDINAIS (M.O.)



A – vista geral do endosperma; B – endosperma com presença de amido; C – detalhe do endosperma amiláceo; D – endosperma apresentando cristais de oxalato de cálcio; E – embrião (em).

#### 4.8 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Podocarpus sellowii* Klotz.

O processo germinativo das sementes da espécie foi mais demorado que para as de *P. lambertii*, iniciando-se no 32º dia da sementeira, estendendo-se até o 90º dia e totalizando 71,81% de sementes germinadas. É importante ressaltar que, no teste preliminar de germinação, não ocorreu grande incidência de fungos nas sementes, quando comparado às de *P. lambertii*.

Trabalhando com sementes de *P. sellowii*, GARCIA; NOGUEIRA e ALMEIDA (2003), relatam que a germinação teve início ao 34º dia da sementeira, prolongando-se até o 84º dia, com total de 65,0% de sementes germinadas, à temperatura de 25 °C e substrato vermiculita. Entretanto, BARBOSA (2002), em estudo com várias espécies procedentes da região de Floresta Ombrófila Densa, dentre elas, o *P. sellowii*, cita que a germinação das sementes iniciou ao 24º dia e prolongou-se até o 122º dia, atingindo 49,50%, no substrato vermiculita e temperatura de 25 °C.

Constatou-se que as sementes frescas, com teor de água inicial de 45,5% (testemunha), não apresentaram diferença estatística para a germinação, quando comparadas àquelas que foram submetidas à secagem, atingindo teores de água de 36,9%, 36,0% e 34,0%. Para as sementes que foram submetidas ao maior estresse hídrico, ficando com apenas 26,8% de umidade, a percentagem total de germinação foi somente de 48,69%, registrando-se diferença significativa da testemunha (Tabela 7). Provavelmente, esse resultado deveu-se ao fato das sementes possuírem um elevado teor de água inicial, e com isso, apresentam maior sensibilidade à dessecação.

A maioria das espécies com sementes ortodoxas é originária de ambientes sujeitos à estiagem ocasional ou periódica, onde a adaptação genética para resistir à secagem é essencial na sobrevivência da semente. Em contraste, as recalcitrantes geralmente são oriundas de espécies de ecossistemas úmidos, nos quais as sementes são submetidas a altas umidades durante o desenvolvimento, maturação e dispersão, e um curto período de secagem, tornaria a germinação improvável (ROBERTS e KING, 1980).

É interessante relatar que, alguns autores enfatizam que a aquisição de tolerância à dessecação para as sementes de algumas espécies é adquirida

coincidentemente com a capacidade para germinar, após subsequente reidratação. CARVALHO e PINHO (1997) destacam que os açúcares solúveis representam um importante papel na estabilização de membranas, e que a perda de tolerância à dessecação coincide com um aumento no conteúdo de açúcares reduzidos, induzindo a ocorrência de uma série complexa de reações não enzimáticas, o que causará a inativação de proteínas e danos no DNA, ameaçando a viabilidade da semente.

As sementes de *P. sellowii* tiveram comportamento semelhante às de *P. lambertii*, relacionado ao processo germinativo, quando submetidas à dessecação; ou seja, sofreram um retardamento deste, iniciado somente no 12º dia após a germinação da testemunha. Possivelmente, esse resultado é devido ao estresse hídrico ao qual as sementes foram submetidas e a exigência de maior período de tempo para iniciar a reidratação e conseqüentemente, a germinação.

De acordo com BRYANT (1989), as diversas partes do embrião começam a crescer assincronicamente depois do estabelecimento da embebição. Para esse autor, os componentes celulares podem ser danificados pelo ciclo de desidratação e reidratação, no qual a semente foi submetida.

#### 4.9 TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DE SEMENTES DE *Podocarpus sellowii* Klotz.

##### 4.9.1 Germinação de Sementes, Índice de Velocidade de Germinação e Condutividade Elétrica

Por meio das análises de variância dos dados, para os diferentes tratamentos de secagem das sementes, verificou-se que esses exerceram influência significativa ( $P < 0,05$ ) sobre as sementes de *P. sellowii*. As médias originais de germinação, IVG e condutividade e o coeficiente de variação, encontram-se na Tabela 7.

Com esse resultado, pôde-se constatar que, as sementes submetidas a níveis de secagem de 36,9%, 36,0% e 34,0%, mantiveram-se com germinação relativamente elevada, superior a 60% de germinação, não ocorrendo diferença significativa entre estes tratamentos e a testemunha (Tabela 7). No entanto, aquelas que foram

dessecadas a 26,8% de umidade, embora não apresentaram diferença estatística do tratamento 36,0% de teor de água, tiveram uma queda acentuada no poder germinativo, não ultrapassando os 48,69% de germinação.

TABELA 7 - VALORES MÉDIOS REFERENTES À PERCENTAGEM DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES, IVG e CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE *Podocarpus sellowii* Klotz., SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO

Teores de água (%)	Germinação (%)	IVG	Condutividade Elétrica ( $\mu\text{mhos/cm/g}$ )
45,5	71,81 a	0,53 a	2,58 c
36,9	68,75 a	0,47 ab	10,08 b
36,0	62,24 ab	0,42 ab	11,70 b
34,0	63,78 a	0,50 a	10,26 b
26,8	48,69 b	0,34 b	20,43 a
CV (%)	9,03	17,93	7,64

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

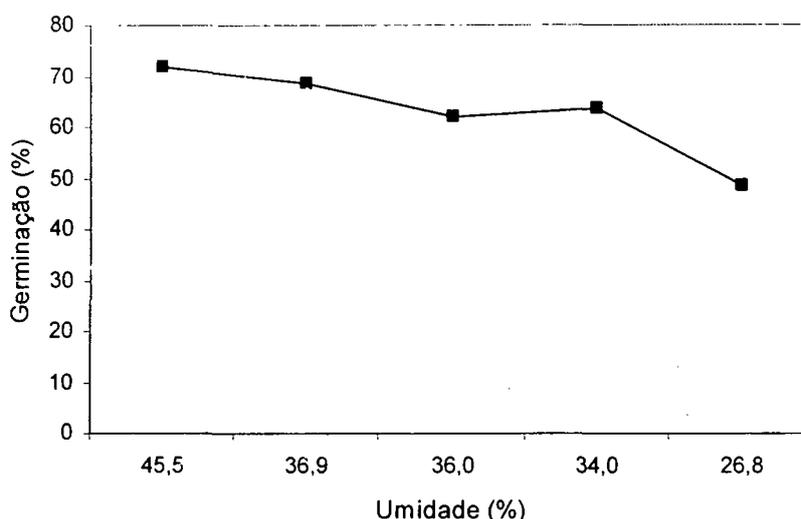
Provavelmente, o resultado encontrado, está relacionado com a sensibilidade das sementes à dessecação. Segundo HONG e ELLIS (1996), a maioria, ou todas as sementes recalcitrantes não sobrevivem, quando desidratadas a um teor de água entre 15-20%, e também sofrem injúrias causadas pelo frio.

Pesquisando a influência de diferentes níveis de secagem na qualidade fisiológica de sementes de *P. sellowii*, com teor de água inicial de 54,8%, GARCIA; NOGUEIRA e ALMEIDA (2003), concluíram que, com 27,1% de umidade, as sementes tiveram 70,0% de germinação; e com teor de água de 10,2%, esta foi de apenas 4,5%.

Segundo KING e ROBERTS (1979), com a secagem, as sementes recalcitrantes sofrem deterioração de componentes sub-celulares, e certas enzimas hidrolíticas ou proteínas estruturais são alteradas permanentemente pela desidratação, resultando em perda rápida da atividade biológica.

Verificou-se que as sementes de *P. sellowii* foram gradativamente perdendo o poder germinativo, à medida que foram perdendo água. Fato esse que confirma a sensibilidade dessas sementes à dessecação (Figura 16).

FIGURA 16 – PERCENTAGEM DE SEMENTES GERMINADAS DE *Podocarpus sellowii* Klotz., SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO



Diante desse resultado, pôde-se verificar que o grau crítico de umidade das sementes estudadas se situa em torno de 26,8% de água. Tendo em vista tal fato, pondera-se que as sementes dessa espécie poderão ser classificadas como recalcitrantes, considerando os seguintes fatores: elevado teor de água inicial; sensibilidade à desidratação a um nível de umidade relativamente alto, bem como, a região de origem dessas sementes, que é caracterizada como um ecossistema de alta umidade. BILIA (1997) estudando a tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Inga uruguensis*, constatou que o grau crítico de umidade das sementes está em torno de 35% de água.

De acordo com BRYANT (1989), os danos sofridos pela dessecação das sementes podem ser causados por uma reorganização, ou realinhamento incompletos, ou incorretos das proteínas, na camada dupla de lipídeos das membranas, durante a reidratação. Segundo GUIMARÃES (1999) os principais danos que acontecem nas sementes, em decorrência da desidratação, são relativos às membranas fosfolipídicas

das células, a desestruturação de macromoléculas e a oxidação de lipídios, sendo que as membranas celulares são os sítios primários de danos por dessecação, causando a disfunção dessas membranas.

Com relação ao IVG, as análises de variância dos dados revelaram diferença estatística para os níveis de umidade das sementes de *P. sellowii*. (Tabela 7). Com esse resultado, pode-se afirmar que a dessecação exerceu influência significativa sobre o vigor das sementes dessa espécie.

Observou-se que, quando as sementes foram submetidas ao um maior estresse hídrico, ficando com teor de água de 26,8%, conseqüentemente, sofreram redução drástica no vigor (Tabela 7).

De acordo com CARNEIRO e AGUIAR (1993), as transformações degenerativas que ocorrem na semente, são percebidas, em primeiro lugar, pelo retardamento na velocidade de germinação, fato observado nas sementes de *P. sellowii*. Segundo POPINIGIS (1985), a semente pode suportar temperaturas elevadas no processo de secagem, sem redução imediata do seu poder germinativo; porém, sofre redução no vigor, e perde rapidamente sua capacidade germinativa.

No que diz respeito aos resultados de condutividade elétrica das sementes estudadas, os dados encontram-se na Tabela 7.

De acordo com os resultados encontrados, as sementes que foram dessecadas tiveram um acréscimo acentuado na condutividade, verificando-se que, aquelas submetidas ao maior estresse hídrico (26,8% de umidade), tiveram a média de condutividade superior às demais. Conforme VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999), o valor da condutividade, medida em função da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes, está diretamente relacionado à integridade das membranas celulares, tendo assim sido proposto como um parâmetro de avaliação do vigor de sementes.

Segundo MARCOS FILHO; CÍCERO e SILVA (1987), as membranas mal estruturadas e células danificadas, estão, geralmente, associadas ao processo de deterioração da semente e, portanto, com sementes de baixo vigor.

BILIA (1997), pesquisando a tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Inga uruguensis*, encontrou resultados compatíveis ao comportamento das

sementes de *P. sellowii*, sendo que a partir dos 30 dias de armazenamento, houve um acréscimo acentuado nos valores de condutividade, naquelas sementes que tiveram estresse mais elevado.

Observou-se, portanto, que o resultado de condutividade elétrica das sementes de *P. sellowii* está em conformidade ao encontrado para o IVG, bem como, para as médias de germinação de sementes.

De acordo com VIEIRA (1994), com a secagem das sementes, as membranas celulares sofrem um processo de desorganização estrutural, estando tanto mais desorganizadas, quanto menor for o teor de água nas sementes, e em consequência, verifica-se um aumento no grau de lixiviação e nos valores da condutividade elétrica.

#### 4.10 OCORRÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE *Podocarpus sellowii* Klotz.

No período de acompanhamento da fase germinativa das sementes de *P. sellowii*, registrou-se a presença de fungos, assemelhando-se às sementes de *P. lambertii*, salientando-se, no entanto, que a ocorrência foi em menor número de gêneros que a observada naquelas sementes (Tabela 8).

TABELA 8 – OCORRÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE *P. sellowii*, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESSECAÇÃO

Umidade (%)	Fungos
45,5	<i>Pestalotia</i> spp; <i>Penicillium</i> spp
36,9	<i>Pestalotia</i> spp
36,0	<i>Pestalotia</i> spp
34,0	<i>Pestalotia</i> spp
26,8	<i>Pestalotia</i> spp

Conforme os resultados observados para as sementes de *P. sellowii*, pôde-se detectar uma alta incidência do fungo *Pestalotia* spp., em todos os tratamentos testados. Percebeu-se que este fungo, isoladamente, não causou redução da

germinação das sementes, possivelmente por tratar-se de um fungo patogênico de fraca atuação (MACHADO, 2000). Em levantamento feito sobre a micoflora associada às sementes de espécies florestais, CARNEIRO (1986) detectou a presença de vários fungos patogênicos, dentre eles, *Penicillium* spp e *Pestalotia* spp.

Contudo, apesar das sementes frescas de *P. sellowii* possuírem alto teor de água (45,5%), verificou-se que estas não foram diretamente afetadas, em seu poder germinativo e vigor, tendo em vista que estes atingiram valores de 71,81% e 0,53, respectivamente. BILIA (1997), trabalhando com sementes de *Inga uruguensis*, constatou a presença de alguns fungos nos testes de germinação das sementes, dentre eles *Penicillium* spp, *Geotrichum* spp e *Aspergillus* spp, que colonizaram rapidamente as sementes, recobrando completamente muitas delas, sem, contudo, prejudicar as mais vigorosas.

#### 4.11 OCORRÊNCIA DE INSETOS EM SEMENTES DE *Podocarpus sellowii* Klotz.

No decorrer das observações de campo, quando as sementes já se encontravam em estágio avançado de desenvolvimento, constatou-se o ataque acentuado de um inseto, fazendo com que ocorresse, conseqüentemente, a queda prematura das sementes. Verificou-se que o referido inseto perfura o tegumento e oviposita na região endospermática, sendo que a larva desenvolve-se e se alimenta do endosperma, comprometendo assim a semente, ao danificar o embrião (Figura 17).

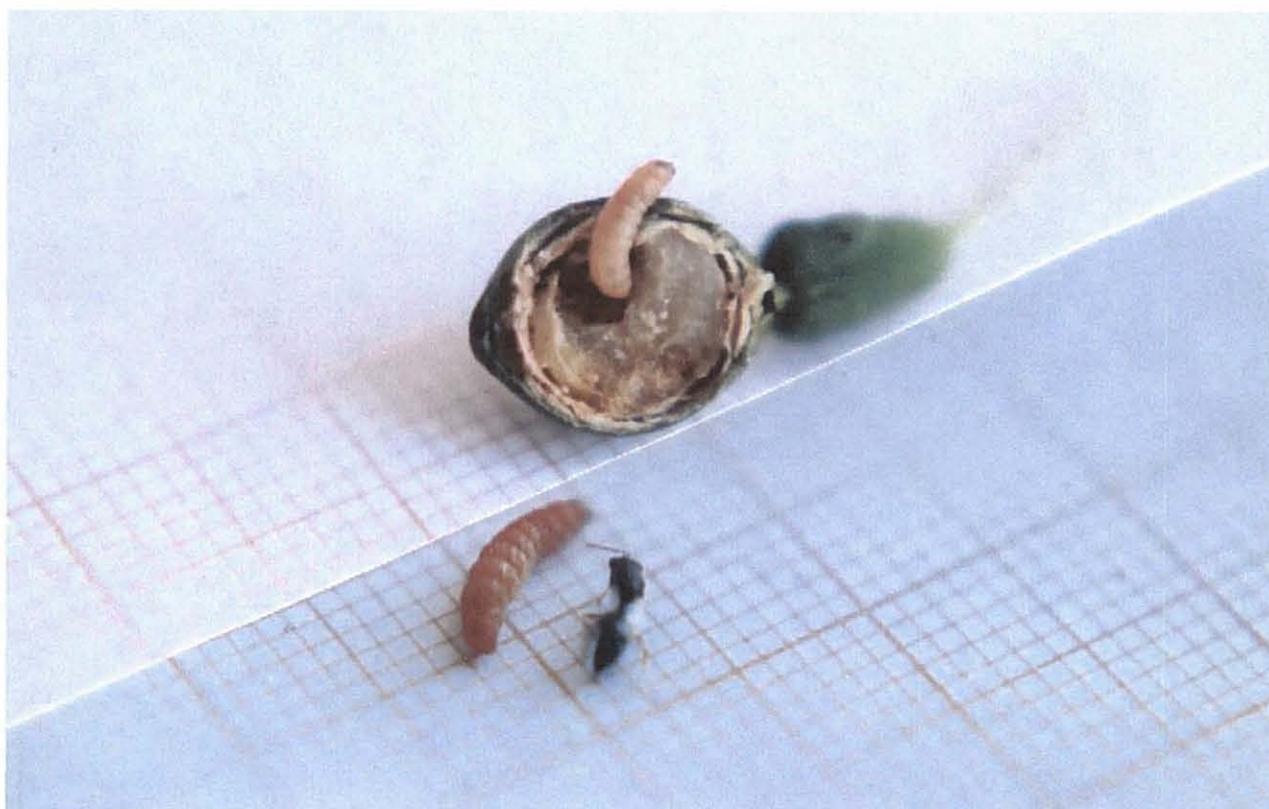
Após o levantamento feito com as sementes recém coletadas e maduras de *P. sellowii*, chegou-se à média de 22,3% de sementes danificadas pelo inseto, número este considerado alto e preocupante, tendo em vista as dificuldades e limitações relacionadas à coleta de sementes em florestas nativas.

Constatou-se que o referido inseto pertence à Ordem Coleoptera. Entretanto, não foi possível capturá-lo na idade adulta, e somente na fase larval. É importante salientar que, observou-se a presença abundante de uma pequena vespa (Himenoptera), de cor preta, nas sementes perfuradas, verificando-se, contudo, que

esta tem função predadora, ou seja, alimenta-se das larvas do coleóptero, ainda dentro da semente.

Esse fato é relatado, porque no início das observações, acreditou-se que a vespa fosse o adulto predador das sementes, e somente após a captura e identificação de ambos os insetos, concluiu-se que as larvas do coleóptero são alimento para a vespa (Prof. Dr. Paulo Henrique G. Zarbin; Depto. de Entomologia, do Setor de Ciências Biológicas/UFPR - comunicação pessoal), ou seja, é o coleóptero o responsável pelos danos causados à semente da espécie.

FIGURA 17 – LARVA DO *Coleoptero* ENCONTRADA NA SEMENTE DE *Podocarpus . sellowii* Klotz. E *Himenoptero* PREDADOR DA REFERIDA LARVA.



## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste trabalho, pôde-se concluir que:

- Estróbilos masculinos de *Podocarpus lambertii* Klotz. e de *P. sellowii* Klotz. são lançados nos galhos adultos, em média, sessenta dias antes dos estróbilos femininos;
- Estróbilos femininos de *P. lambertii* Klotz. e de *P. sellowii* Klotz. surgem nos galhos do ano (galhos tenros);
- Micrósporos de *P. lambertii* Klotz. e *P. sellowii* Klotz. possuem estrutura vesiculada (alada), formada pela expansão da exina;
- O embrião de *P. lambertii* Klotz. e *P. sellowii* Klotz. é do tipo linear e cotiledonar, com dois cotilédones, eixo embrionário e radícula voltados para a micrópila;
- Sementes de *P. lambertii* Klotz. têm comportamento característico de semente ortodoxa e sementes de *P. sellowii* Klotz., comportamento típico de semente recalcitrante;
- O grau crítico de umidade para as sementes de *P. lambertii* Klotz. situa-se abaixo de 5,7% de água e o grau crítico de umidade para sementes de *P. sellowii* Klotz. é de aproximadamente 26,8% de água;
- As sementes de *P. lambertii* Klotz. e de *P. sellowii* têm tegumento constituído de três camadas celulares;
- O endosperma das sementes de *P. lambertii* e de *P. sellowii* tem o amido como principal material de reserva nutricional.

Considerando as dificuldades inerentes à produção, coleta e conservação de sementes das espécies trabalhadas, fundamentalmente, no que diz respeito à limitação de sementes de boa qualidade, recomenda-se que:

1. novas pesquisas com dessecação de sementes de *P. lambertii* sejam realizadas, objetivando estabelecer o grau letal de umidade das mesmas, tendo-se como ponto de partida o nível de 5,7 % de água, encontrado neste trabalho;
2. igualmente para as sementes de *P. sellowii*, novos trabalhos direcionados à dessecação destas, a níveis abaixo dos encontrados, partindo-se de 26,8% de umidade;
3. seja efetuado tratamento com fungicida, nas sementes das espécies trabalhadas, antes da instalação de ensaios.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRAE, F. H.; KRAPPENBAUER, A. A distribuição de raízes finas do pinheiro bravo (*Podocarpus lambertii*) e do pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*). In: **Pesquisas Austro-Brasileiras 1973-1982: *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna***. F Andrae e A. Krapfenbauer (cood.), Santa Maria, v.95, n.2. p. 71-86, 1978.

BACKES, A **Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata de *Araucaria***. São Paulo, 1973, 235 p. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de São Paulo.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995, 274p.

BARBOSA, J. B. F. **Reprodução, Dispersão primária e Regeneração de *Manilkara subsericea* (Mart.) Dubard, *Podocarpus sellowii* Klotzch e *Tapirira guianensis* Aubl. Em Floresta Ombrófila Densa das Terras baixas, Paranaguá-PR**. Curitiba, 2002, 163 p. Tese (Doutorado em Silvicultura). Universidade Federal do Paraná.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. 3<sup>a</sup> ed. Burgess Publishing Company, 1972, 242p.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e Sementes: morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas**. 1 ed. Viçosa: UFV, 1999, 443p.

BELTRATI, C. M. **Morfologia e Anatomia de Sementes**. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Área de Biologia Vegetal. Departamento de Botânica, Campus de Rio Claro: Instituto de Biociências, 1990, 100p.

BELTRATI, C. M.; PAOLI, A. A. S. **Anatomia Vegetal**. Editoras: Beatriz Appezzato-da-Glória e Sandra Maria Carmello-Guerreiro. Viçosa: UFV, 2003, cap. 15, p. 399-424.

BEWLEY, J. D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: McDONALD JR., M.B.; NELSON, C. J. (ed.). **Physiology of seed deterioration**, Madison: CSSA, p. 27-45, 1986.

BILIA, D. A. C. **Tolerância à Dessecação e Armazenamento de Sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn.** Piracicaba, 1997, 89p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

BOOTH, E. **The genus *Fusarium* (Kew)**. Commonwealth Mycological Institute, 1971, 237p.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para Análise de Sementes**, Brasília, 1992, 365p.

BRYANT, J. A. **Fisiologia da Semente**. São Paulo : EPU, (Temas de biologia; v. 31). Tradução: Jane Elisabeth Kraus, Késsia Uvo de Sá Trench, 1989, 86p.

BUCHHOLZ, J.; GRAY, N. E. A taxonomic revision of *Podocarpus* – III. **Journal Arnold Arboretum**, Cambridge, v. 29, n. 2, p. 117-151, 1948.

BUZZI, Z. J.; MIYAZAKI, R. D. **Entomologia Didática**. 2. ed. rev. ampl. Curitiba: ed. da UFPR, 1993. (Didática; n. 11). 262p. il.

CAPELANES, T. M. C.; BIELLA, L. C. **Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais nativas, desenvolvido pela Companhia Energética de São Paulo –**

CESP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Brasília: IBDF, p. 85-107, 1986.

CARNEIRO, J. G. de A.; AGUIAR, I. B. de. Armazenamento de Sementes. In : **Sementes Florestais Tropicais**. Aguiar, I. B. de; Piña-Rodrigues, F. C. M. e Figliolia, M. B. , coord.. Brasília: ABRATES, 1993, 350p. il.

CARNEIRO, J. S. Micoflora associada a sementes de essências florestais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 3. p. 557-66, 1986.

CARVALHO, J. E. U. de; LEÃO, N. V. M. Efeitos imediatos de diferentes métodos de dessecação na germinação de mogno (*Swietenia macrophylla* King.). **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 5, n. 2, p. 161, 1995.

CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, N. M.; LEÃO, N. V. M. Sensibilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) ao dessecação e ao congelamento. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 5, n. 2, p. 170, 1995.

CARVALHO, M. L. M. de; PINHO, E. V. de R. V. **Armazenamento de Sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997, 67 p. il.

CARVALHO, N. M. de. O Conceito de Vigor em Sementes. In : **Teste de Vigor em Sementes**. Vieira, R. D. e Carvalho, N. M. de. coord.. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 164p.

CARVALHO, P. E. R. Comparação de espécies nativas, em plantio em linhas em capoeira, na região de Irati – PR – Resultados aos sete anos. **Pesquisa Florestal**, Curitiba, v.5, p. 53-68, 1982.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. 1 ed., v. 1, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003, 1.039p. il.

CHIN, H. F. Recalcitrant seeds. **Extension Bulletin**, v. 288, Malaysia: University Pertanian Malaysia, 1989, 17p.

CHIN, H. F.; MAHERAN, B.B.; SAMSIDAR, H. The effect of moisture and temperature on the ultrastructure and viability of seeds of *Hevea brasiliensis*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 9, p. 411-422, 1981.

CIANCIULLI, P. L. O gênero *Podocarpus* e sua distribuição geográfica. Congresso Florestal Brasileiro, 3, 1978, Manaus. **Anais...** São Paulo: Silvicultura, 1978. 2v.

CORVELLO, W. B. **Utilização de mudas da regeneração natural em reflorestamentos com espécies nativas**. Curitiba, 1983, 105p. Dissertação (Mestrado em Silvicultura). Universidade Federal do Paraná.

CUNHA, R.; PRADO, M. A. do; CARVALHO, J. E. U. de; GOES, M. de. Morphological studies on the development of the recalcitrant seed of *Bertholletia excelsa* H. B. K. (Brazil nut). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 24, p. 581-584, 1996.

CZAJA NETO, F. **Estudo de *Corynelia oreophila* (Speg.) Starb. e de *Corynelia brasiliensis* Fitz. em espécies de *Podocarpus* no Estado do Paraná**. Curitiba, 1979, 71p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal do Paraná.

DESAI, B. B.; KOTECHA, P. M.; SALUNKHE, D. K. **Seeds handbook Biology, Production, Processing and Storage**. 1 ed. New York: Basel, 1997, 627p.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS-FILHO, J.; CARMELLO, Q. A. C. Potassium leakage test for the evaluation of vigour in soybean seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, n. 1, p. 7-18, 1997.

DICKIE, J. B.; MAY, K.; MORRIS, S. V. A.; TITLEY, S. E. The effects of desiccation on seed survival in *Acer platanoides* L. and *Acer pseudoplatanus* L. **Seed Science Research**, New York, v. 1, p. 149-162, 1991.

DIMITRI, M. J. **Enciclopedia argentina de agricultura y jardineria**. 2 ed. Buenos Aires: Editorial Acme Saci, 1972. 1028p.

DUARTE, A, P. Tentativa para explicar a ocorrência de duas espécies de *Podocarpus* no Brasil. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v.4, n. 13, p. 53-66, 1973.

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

ELLIS, M. B. **Dematiaceous Hyphomycetes**. Kew, Commonwealth Mycological Institute, 1971, 608p.

FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant Microtechnique: Some Principles and New Methods. **American Journal of Botany**, New York, v. 5, n. 1, p. 123-142, 1968.

FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. de. Colheita de sementes. In: **Sementes Florestais Tropicais**. Aguiar, I. B. de; Piña-Rodrigues, F. C. M. e Figliolia, M. B., coord. Brasília: ABRATES, 1993, 350p. il.

GALVÃO, F. Variação Sazonal da Fotossíntese Líquida e Respiração de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Ilex paraguariensis* St. Hil. e *Podocarpus lambertii* Kl. em Função da Intensidade Luminosa e Temperatura. Curitiba, 1986, 116p. Tese (Doutorado em Silvicultura). Universidade Federal do Paraná.

GARCIA, L. C. **Influência da Temperatura e do Substrato na Germinação de Sementes e no Vigor de Plântulas de Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)**. Manaus, 1991, 62p. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas.

GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ALMEIDA, L. S. Germinação de sementes de *Podocarpus sellowii* Klotz., com diferentes teores de água. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 404, 2003.

GARCIA, R. J. F. Flora fanerogâmica da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil) – *Podocarpaceae*. **Instituto de Botânica**, São Paulo, v. 5, p. 109-110, 1997.

GASPAR, C. M.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do número de sementes e da quantidade de água para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n.2, p. 70-76, 2002.

GIFFORD, E. M.; FOSTER, A. S. **Morphology and evolution of vascular plants**. 2 ed. New York: W. H. Freeman and Company, 1974, 613p.

GOLA, G.; NEGRI, G.; CAPPELLETTI, C. **Tratado de Botânica**. 2. edición corregida. Barcelona: Editorial Labor S. A., 1965, 1160p.

GRIGOLETII JÚNIOR, A.; ZANON, A.; AUER, C. G.; FOWLER, J. A. P. Efeito de fungicidas aplicados nas sementes, na emergência de plântulas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 31-39, 1999.

GUIMARÃES, R. M. **Fisiologia de Sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999, 132p.

HARRINGTON, J. H. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T. T. (ed.). **Seed Biology**, New York: Academic Press, v. 3, p. 145-245, 1972.

HONG, T. D. **Tree Seed Physiology**. Topic 1. Seed storage behaviour; characteristics of orthodox, recalcitrant and intermediate seed storage behaviour. Manaus, Brasil, 1996. At the Fundação Universidade do Amazonas and Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. A comparison of maturation drying, germination, and desiccation tolerance between developing seeds of *Acer pseudoplatanus* L. and *Acer platanoides* L. **New Phytol.**, New York, v. 116, p. 589-596, 1990.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996, 55p.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Optimum air-dry seed storage environments for *arabica coffea*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 20, p. 547-560, 1992.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto Madeira do Paraná**, Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984, 260p. il.

JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. New York: Mc Graw-Hill Book, 1940, 523p.

JOLY, A. B. **Botânica : introdução à taxonomia vegetal**. 10 ed. São Paulo: Editora Nacional, 1991, 777p.

KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, 1989, **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, p 197-215, 1991.

KERMODE, A. R. Approaches to elucidate the basis of desiccation tolerance in seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 7, n. 2, p. 75-95, 1997.

KING, M. W.; ROBERTS, E. H. **The storage of recalcitrant seeds – Achievements and possible approaches**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1979, 96p.

KUNIYOSHI, Y. S. **Morfologia da Semente e da Germinação de 25 Espécies Arbóreas de uma Floresta com Araucaria**. Curitiba, 1983, 233p. Dissertação (Mestrado em Silvicultura). Universidade Federal do Paraná.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. (Trad. De Guilherme de Almeida-Sedas e Gilberto Calcagnotto). Rossdorf:GTZ, 1990, 343p.

LEONARDIS, R. F. J. **Libro del árbol – Esencias forestales indígenas de la Argentina de aplicación industrial**. Tomo 2, 2 ed. Buenos Aires: Editora ramos Mejía S. A., 1976. 520p.

LONGHI, R. A. **Livro das Árvores – Árvores e Arvoretas do Sul**. Porto Alegre: L&PM, 1995, 176p. il.

LONGHI, S. J.; SELLE, G. L.; RAGAGNIN, L. I. M.; DAMIANI, J. E. Composição florística e estrutura fitossociológica de um “capão” de *Podocarpus lambertii* Klotz., no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 9-26, 1992.

MACHADO, J. da C. **Tratamento de Sementes no Controle de Doenças**. Lavras : LAPS/UFLA/FAEPE, 2000, 138p. il.

MAINIERI, C.; PIRES, J. M. O Gênero *Podocarpus* no Brasil. **Silvicultura**, São Paulo, v. 8, p. 1-24, 1973.

MAIXNER, A. E.; FERREIRA, L. A. B. Contribuição ao estudo das essências florestais e frutíferas no Estado do Rio Grande do Sul. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, v. 18, p. 2, 1976.

MARCHETTI, E. R. Época de coleta, sementeira, tratamentos pré-germinativos e métodos de sementeira de espécies florestais cultivadas no RS. In : CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., Nova Prata – RS, **Anais...** Porto Alegre, 1984, p. 524-531.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Gimnospermas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 1996, 158p. il.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. da. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987, 230p.

MARIATH, J. E. A.; SANTOS, R. P.; BITTENCOURT JR, N. S. **Anatomia Vegetal**. Editoras: Beatriz Appezzato-da-Glória e Sandra Maria Carmello-Guerreiro. Viçosa: UFV, 2003, cap. 13, p. 329-373.

MARÍN, A. M. V. Identificación y selección de árboles de *Podocarpaceae* en las zonas central y suroccidental andina colombiana. **Informe de Investigación Colombiana**, Cali, v. 163, p. 1-15, 1994.

MATTOS, J. R. Contribuição ao estudo do pinho-bravo (*Podocarpus lambertii* Kl.) no Sul do Brasil. **Instituto de Pesquisa de Recursos Naturais Renováveis**, Porto Alegre, v. 2, 1979. 36p.

MEDEIROS, A. C. de S.; ZANON, A. Efeitos do substrato e da temperatura na germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baillon) L. B.

Smith & R. J. Down) e de pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii* Klotzch ex NDL.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 36, p. 21-28, 1998a.

MEDEIROS, A. C. S.; ZANON, A. Conservação de Sementes de Branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baillon) L. B. Smith & R. J. Down.) e de Pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii* Klotzsch ex NDL.), Armazenadas em Diferentes Ambientes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 36, p. 57-69, 1998b.

MILANO, M. S.; BRASSIOLO, M. M.; SOARES, R. V. Zoneamento ecológico experimental do Estado do Paraná segundo o sistema de zonas de vida de Holdridge. **Floresta**, Curitiba, v. 17, n. 1 e 2, p. 65-72, 1987.

MILLER, C. N. The origin of modern conifer families. In: C. Beck (ed.) **Origin and evolution of Gymnosperms**. New York: Columbia University Press, p. 448-486, 1988.

NEGRELLE, R. R. B. **Composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica de regeneração da Floresta Atlântica na Reserva Volta Velha, Município de Itapoá, SC**. São Carlos, 1995. 237p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Campinas.

NEVES, C. S. V. J. Sementes Recalcitrantes: revisão de literatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p. 1459-1467, 1994.

NOBRE, S. A. M. Qualidade Sanitária e Fisiológica de Sementes de Ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) em função de tratamentos diferenciados de Frutos e Sementes. Lavras: ESAL, 1994, 73p. il.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; Mc CULLY, M. E. Polychromatic Staining of Plant Cell walls by Toluidine Blue. **O Protoplasma**, New York, v. 59, p. 368-373, 1965.

PAULA, J. E. de; ALVES, J. L. de. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. 1 ed. Brasília: Fundação Mokiti Okada, 1997, 541p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. de. Maturação e Dispersão de Sementes. In: **Sementes Florestais Tropicais**. Aguiar, I. B. de; Piña-Rodrigues, F. C. M. e Figliolia, M. B. , *coord.*. Brasília : ABRATES, 1993, 350p. il.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. 2. ed. Brasília, 1985, 289p. il.

PRITCHARD, H. W.; HAYE, A. J.; WRIGHT, W. J.; STEADMAN, K. J. A comparative study of seed viability in *Inga* species: Desiccation tolerance in relation to the embryo. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 23, n. 1, p. 85-100, 1995.

RADAMBRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. **Folha SC. 20. Porto Velho; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1978, 668p. il., tab.

RAGAGNIN, L. I. M. **Maturidade Fisiológica e Influência da Embalagem e do Ambiente no Armazenamento de Sementes de *Podocarpus lambertii* Klotzsch**. Santa Maria, 1993, 87p. Dissertação (Mestrado em Silvicultura). Universidade de Santa Maria, RS.

RAGAGNIN, L. I. M.; COSTA, E. C.; HOPPE, J. M. Maturação fisiológica de sementes de *Podocarpus lambertii* Klotzsch. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 23-41, 1994.

RAWITSCHER, F. **Elementos básicos de botânica: introdução ao estudo da Botânica**. 8 ed. ver. atual. / por Bernardo Beiguelman. – São Paulo: Ed. Nacional, 1979, 395p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Superintendência do Desenvolvimento da região Sul – SUDESUL – Herbário “Barbosa Rodrigues”, 1988, 525p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, p. 106-108, 1984.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil; manual de dendrologia brasileira**. São Paulo : Edgard Blucher, 1971, 294p.

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

ROBERTS, E. H.; KING, M. W. The characteristics of recalcitrant seeds. In: **Recalcitrant Crop Seeds** (H. F. CHIN e E. H. ROBERTS, ed.). Tropical Press, Malaysia, p. 1-5, 1980.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Macrozoneamento florístico da área de proteção ambiental – APA – Guaraqueçaba**. 15 ed. Curitiba: UFPR, 1986, 53p.

SCHULTZ, A. R. **Introdução ao estudo da Botânica Sistemática**. 3. ed. São Paulo: Editora Globo, 1963, 427p.

SILVA, M. S. **As formações vegetais da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: composição florística e principais características estruturais**. Campinas, 1998. 262p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade de Campinas.

SIQUEIRA, V. L.; FERREIRA, A. G. Germinação de sementes de *Podocarpus lambertii* Klotz.: características qualitativas e quantitativas. **Iheringia**, Porto Alegre, n. 36, p. 57-63, 1987.

SPJUT, R. W. **A Systematic Treatment of Fruit Types**. New York: The New York Botanical Garden, 1994, 181p.

STRASBURGER, E.; NOLL, F.; SCHENCK, H.; SCHIMPER, A. F. W. **Tratado de Botánica**. 8. ed. castellana. Barcelona: Ediciones Omega, S. A., 1994, 1068p.

TOMLINSON, P. B. Functional morphology of saccate pollen in conifers with special reference to *Podocarpaceae*. **International Journal of Plants Sciences**, v. 155, n. 6, 699-715, 1994.

TOMPSETT, P. B. The effect of desiccation on the longevity of seeds of *Araucaria hunsteinii* and *A. cunninghamii*. **Ann. Bot.**, v. 50, p. 693-704, 1982.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Centro de Pesquisas Florestais. Estudo das alternativas técnicas econômicas e sociais para o setor florestal do Paraná: sub-programa tecnologia. **Relatório Final**. Curitiba, 1979, 335p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Caracterização do ecossistema e estudo das relações solo-cobertura vegetal em planície pleistocênica do litoral paranaense**. Curitiba: WISNIEWSKI, C., 1997, 80p.

UNIYAL, R. C.; NAUTIYAL, A. R. Physiology of seed development in *Aesculus indica*, a recalcitrant seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 24, p. 419-424, 1996.

VIEIRA, R. D. Teste de Condutividade Elétrica. In: **Teste de Vigor em Sementes**. Vieira, R. D. e Carvalho, N. M. de, coord. Jaboticabal : FUNEP, 1994, 164p. il.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de Condutividade Elétrica. In: **Vigor de Sementes : Conceitos e Testes**. Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D. e França Neto, J. de B., editores. Londrina : ABRATES, 1999, 218p.

WEBERLING, F.; SCHWANTES, H. O. **Taxonomia Vegetal**. São Paulo : EPU, 1986, 321p.