

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
NÍVEL MESTRADO

FABIANE FISCH

TAXONOMIA E CONTEXTO GEOLÓGICO DA TAFOFLORA DA ILHA
DUFAYEL, ILHA KING GEORGE, PENÍNSULA ANTÁRTICA

SÃO LEOPOLDO

2009

FABIANE FISCH

TAXONOMIA E CONTEXTO GEOLÓGICO DA TAFOFLORA DA ILHA
DUFAYEL, ILHA KING GEORGE, PENÍNSULA ANTÁRTICA

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção título de Mestre, pelo
Programa de Pós-Graduação em Geologia da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Orientador: Profa. Dra. Tânia Lindner Dutra

São Leopoldo

2009

FABIANE FISCH

TAXONOMIA E CONTEXTO GEOLÓGICO DA TAFOFLORA DA ILHA
DUFAYEL, ILHA KING GEORGE, PENÍNSULA ANTÁRTICA

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção título de Mestre, pelo
Programa de Pós-Graduação em Geologia da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Aprovado em 30 de julho de 2009

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Tânia Lindner Dutra - UNISINOS

Prof. Dr. Ubiratan Ferrucio Faccini- UNISINOS

Profa. Dra. Nelsa Cardoso –PUCRS

A meus pais

Alfeu Jandyr Fisch (*in memoriam*)

Lilian Fisch

AGRADECIMENTOS

A Dra. Tânia Lindner Dutra pela orientação e pelo estímulo que foi indispensável à execução desta dissertação.

A Dagoberto Port pela amizade, apoio, dedicação, disponibilidade de conhecimento e tempo que sempre demonstrou durante este trabalho e ao longo de toda a minha formação acadêmica e profissional. Pela convivência tão sadia, regada a estudos que pareciam não ter fim e pelos momentos de lazer, com muita coca-cola e chocolate.

Minha família merece poucas palavras, mas aquelas que me são mais caras. Obrigado por vocês existirem. Obrigado por depositarem em mim a confiança para todas as horas. Sei que vocês se orgulham por eu ter atingido uma etapa que nenhum outro de nós tinha atingido antes. Mas este orgulho que sentem por mim, converto numa obrigação de a cada dia ser mais digna de representá-los. Lanine, Betina, Júnior e Bruna, um beijo em cada um de vocês.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós Graduação em Geologia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos-UNISINOS e aos seus professores e funcionários.

RESUMO

Restos de plantas são comuns em áreas do norte da Península Antártica, em níveis datados entre o final do Cretáceo e início do Neógeno, tanto nas bacias de retroarco, como nas regiões correspondentes ao arco e antearco da Península continental e ilhas adjacentes. Sua importância reside na possibilidade que oferecem de reconstituir os eventos paleoclimáticos e paleogeográficos regionais aí ocorridos como, por sua relação com as modernas floras da América do Sul e Australásia, para a compreensão dos aspectos envolvidos na origem e distribuição das floras austrais modernas. A ilha King George, a mais setentrional das ilhas Shetland do Sul, insere-se no contexto de antearco e suas sucessões e fósseis foram profundamente afetados pelos eventos tectônicos e magmáticos que marcaram sua gênese. O objetivo deste trabalho é o estudo da flora preservada na pequena ilha Dufayel, situada no interior da baía Admiralty, porção central da ilha King George, onde os níveis com fósseis ocorrem entre litologias vulcânicas com idades K-Ar entre 52 e 57 Ma. A tafoflora foi revista e abordada em termos de sua caracterização taxonômica e relação com as litologias, e comparada com as presentes em bacias próximas e nas bacias austrais, objetivando avaliar sua coerência com as idades absolutas propostas, dada a possibilidade de rejuvenescimento das litologias datadas por este método. O intervalo fossilífero é constituído por tufos e tufos lapilíticos, com aproximadamente 4 m de espessura, atribuídos a Formação Dalmor Bank, unidade basal do Grupo Dufayel Island. Nas 42 amostras analisadas foi possível identificar 20 distintas formas, discutidas em suas afinidades. A precária preservação, onde muitas vezes faltavam os caracteres marginais e as nervuras de ordem mais alta, foi possível seu agrupamento em morfotipos e a separação de seus caracteres arquiteturais. Atestam uma tafocenose dominada por *Nothofagus* de folhas micro-mesofílicas, acompanhado por tipos relacionados com as famílias Myrtaceae, inclusive da secção Leptospermoidea, Sapindaceae, Anacardiaceae, Monimiaceae, Lauraceae, Celastraceae e Malvaceae, estando ausentes os fetos e coníferas, comuns em outras paleoassembléias da ilha King George. Composicionalmente a paleoflora é comparável com àquelas da base da Formação La Meseta, na Subacia de James Ross e das bacias austrais do Chile e Argentina durante o Paleoceno Superior e Eoceno basal. São igualmente correlacionáveis as que se distribuem entre o Eoceno e o Mioceno da Nova Zelândia. Assim, comprova-se a idade Eoceno Inferior (Ypresiano) proposta pelos dados isotópicos. Florestas subtropicais a temperadas úmidas de composição similar crescem hoje na região de Valdivia no Chile, e em áreas do sul da Austrália e na Nova Zelândia, entre os 35° e 45° de latitude. Sugerem condições ambientais mais aquecidas para seu crescimento nas áreas da Península durante o Paleógeno, e sua posterior dispersão para o norte, quando os climas na Antártica se tornaram desfavoráveis.

Palavras-chave: Tafoflora. Ilha Dufayel. Ilha King George. Península Antártica.

ABSTRACT

TAXONOMY AND GEOLOGICAL CONTEXT OF THE DUFAYEL ISLAND TAPHOFLORA, KING GEORGE ISLAND, ANTARCTIC PENINSULA

Plant remains preserved in levels deposited between the end of Cretaceous to the beginning of Neogene are common in the northern Antarctic Peninsula areas, been found both in the marine and transitional paleoenvironments of the back-arc basins and in the corresponding arc and fore-arc subareal environments from the continental Peninsula and adjacent islands. Those floras have a critical role in the establishment of the paleoclimate and paleogeographic events occurred in this strategic area of the Gondwanaland and to the understanding of the origin and distribution of modern southern hemisphere vegetation. King George Island, the northernmost South Shetland Islands, was formed in a fore-arc geological context and their successions and fossil were deeply affected by tectonic and magmatic events that marked its genesis. In this work the taphoflora identified in a 4 meters thick tephra deposit intercalated in an expressive volcanic and agglomerate pile at Dufayel Island, central area of KGI, was reviewed and discussed in terms of their taxonomic affinities and relationship to lithologies. It is compared with other plant fossil assemblages knowing from expositions of the island, with those knowing from Antarctic Peninsula, and from other southern basins, looking for its consistency with the K-Ar absolute ages of 57 and 52 Ma proposed to the lower and upper lava beds, given the possibility of rejuvenation in age of the lithologies dated by this method. Forty two samples were analyzed showing only impressions of leaves from 20 different morphotypes, some of them capable of to be established in its taxonomic affinities. Overall leaf material shows a very poor preservation, where often lacks the marginal characters and venation of higher order, that incentivates their treatment by morphological groups and occasionally the proposition of familiar and generic relations. The taphocenosis shows to be dominated by micro to mesophilic leaves of *Nothofagus*, accompanied by types related with Myrtaceae, including the section *Leptospermoidea*, Sapindaceae, Anacardiaceae, Monimiaceae, Lauraceae, Celastraceae and Malvaceae. Conifers and ferns, common in other fossil assemblages of King George Island and suggested in the previous works with this flora were not confirmed. The composition of the paleoflora is comparable with those present in the lower levels of La Meseta Formation, at James Ross basin, and some other floras identified in the southern basins from Chile, Argentina, with a Lower Eocene age. Also corresponds to the assemblages found in New Zealand, during the Upper Paleocene until Miocene. Those data gives support to the Lower Eocene (Ypresian) age proposed by the absolute methods obtained in the volcanic associated lithologies. Subtropical to temperate humid forests with a comparable composition grows today in Valdivian region of Chile, between 35° and 45° of latitude, and in areas of southern Australia and New Zealand, over thin and volcanic soils, suggesting similar conditions for its growth in the Antarctic Peninsula area during the Paleogene. Their disjunct modern distribution and its dispersion to more northern land masses seem to be a result of the definitive breakup of Gondwanaland and the arriving of severe and cold climates.

Keywords: Plant fossils. Dufayel Island. King George Island. Antarctic Peninsula.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - As duas grandes subdivisões atuais da Antártica, suas localidades fossilíferas principais e idades (modificado de DUTRA, 1997a). 15
- Figura 2 – Principais blocos crustais envolvidos na união entre as áreas do sul da Península Antártica e Antártica Oriental durante o Triássico (modificado de ELLIOT, 1991). 16
- Figura 3 - Contexto geotectônico da Península Antártica e a correspondência com o tectonismo em áreas do sul dos Andes (modificado de ELLIOT, 1988; DEL VALLE, RINALDI, 1993). 17
- Figura 4 – Conformação tectônica do norte da Península Antártica entre o Cretáceo e Paleógeno (modificado de ELLIOT, 1988). 18
- Figura 5 – Porção norte da Península Antártica, ilhas orientais da sub-bacia James Ross e as do arquipélago das Shetland do Sul (W). 21
- Figura 6 – Proposta estratigráfica para a sub-bacia de James Ross (CICHOWOLSKI; AMBROSIO; CONCHEYRO; 2005). 22
- Figura 7 – Ilhas Nelson e King George, salientando a posição da ilha Dufayel na baía Admiralty (modificado de DUTRA, 1997a). 28
- Figura 8 - As três principais unidades estruturais concebidas para a ilha King George por Birkenmajer (1980; 1981). 29
- Figura 9 – Evolução dos trabalhos estratigráficos realizados em King George e as propostas litoestratigráficas de Shen (1994), para o setor sudoeste, e de Birkenmajer (1981-1989) para o setor central da ilha (retirado de DUTRA, 1997a). 31
- Figura 10 - Arcabouço estratigráfico prévio da ilha King George, idades radiométricas (BIRKENMAJER *et al.* 1986; SOLIANI JR. *et al.* 1988; YINXI WANG; SHEN YANBIN 1994) e a proposta de ordenação das floras (DUTRA, 2004), modificado de Fontes e Dutra (2009). 33
- Figura 11 - Representatividade percentual dos grandes grupos de plantas registrados na ilha King George, a partir de dados compilados de Dutra (1997a), atualizados a partir de Hunt e Poole (2003); Dutra (2004); Cunha, Dutra e Cardoso (2008); Fontes (2008). 34
- Figura 12 – Percentual de representatividade das famílias de angiospermas em níveis da ilha King George entre o Cretáceo Superior e o início do Neógeno (fonte dos dados como na figura 11). 35
- Figura 13 - Representatividade percentual das famílias de angiospermas já registradas para as principais localidades da ilha King George (compilado de 36

DUTRA, 1997a).

- Figura 14 - Impressões de folhas de *Nothofagus* dos níveis de tufos lapilíticos e aglomerados. 38
- Figura 15 - Fotomicrografia da Amostra AM-05 em LN (luz natural): A. fragmentos líticos de tamanho lápili, arredondados a subarredondados; B. restos vegetais carbonizados, ora organizados em camadas, ora dispersos na matriz. 38
- Figura 16 - Mapa geológico da Enseada Ezcurra e o posicionamento e relações litológicas da ilha Dufayel, baía Admiralty, ilha King George (modificado de BIRKENMAJER, 1980, 2001). 39
- Figura 17 - Vista da Enseada Ezcurra e do extremo oriental da ilha Dufayel (Pontal Gdynia), e a localização dos níveis com fósseis (seta). 40
- Figura 18 - Perfil vertical dos níveis com fósseis e lavas associadas do Grupo Dufayel Island, exposto no pontal Gdynia da ilha Dufayel e no interior da enseada Ezcurra (BIRKENMAJER, 1980; 2001; 2003). Idade K-Ar, a partir de Birkenmajer *et al.* (1983b), e Rb-Sr, segundo Kawashita e Soliani Jr. (1988). 41
- Figura 19 – *Dicotylophyllum* sp. 1, aff. *Cryptocarya densiflora* BI (ANTF 09-12bA) Escala = 1 cm. 50
- Figura 20 – *Dicotylophyllum* sp. 2, aff. *Roophyllum nordenskjoldi* Dusén (ANTF 09-22a – contraparte) Escala = 1 cm. 55
- Figura 21 – *Dicotylophyllum* sp. 3, aff. cf. *Cassia argentinensis* Berry (ANTF 09-35bA) Escala = 1 cm. 57
- Figura 22 – *Dicotylophyllum* sp. 4 (ANTF 09-29bA) Escala = 1 cm. 59
- Figura 23 – *Dicotylophyllum* sp. 5, aff. *Dicotylophyllum* sp. 8 Li (ANTF 09-29eB) Escala = 1 cm. 61
- Figura 24 – aff. *Cupania patagonica* Berry (ANTF 09-38bC) Escala = 1 cm. 62
- Figura 25 – *Dicotylophyllum* sp.6, aff. *Anacardites* ? Saporta (ANTF 09-26aA) Escala = 1 cm. 65
- Figura 26 – *Dicotylophyllum* sp.7, aff. *Maytenus* Molina (ANTF 09-37bC) Escala = 1 cm. 67
- Figura 27 – *Dicotylophyllum* sp.8 (ANTF 09-15Cc) Escala = 1 cm. 69
- Figura 28 – *Dicotylophyllum* sp.9, aff. *Monimiophyllum antarcticum* Zastawniak, em destaque detalhe da venação. (ANTF 09-04aA) Escala = 1 cm. 70
- Figura 29 – *Dicotylophyllum* sp.10, aff. *Myrcia chubutensis* Berry (ANTF 09-30bC) Escala = 1 cm. 72
- Figura 30 – *Dicotylophyllum* sp.11, aff. *Myrcia* cf. *reticulato-venosa* Troncoso *et al.* (ANTF 09-35bB) Escala = 1 cm. 73
- Figura 31 – *Dicotylophyllum* sp.12, aff. *Myrcia* DC. ex Guill (ANTF 09-18bA) 74

Escala = 1 cm.

- Figura 32 – *Dicotylophyllum* sp.13, aff. *Myrciophyllum santacruzensis* (Berry) Zastawniak (ANTF 09-37bA) Escala = 1 cm. 77
- Figura 33 – *Dicotylophyllum* sp.14, aff. *Eucalyptus* L'Hér (ANTF 09-35aB) Escala = 1 cm. 79
- Figura 34 – *Dicotylophyllum* sp.15, aff. *Sterculiaephyllum australis* Dutra (ANTF 09-38aA) Escala = 1 cm. 82
- Figura 35 – *Dicotylophyllum* sp.16, aff. *Ziziphus santaflavensis* Hünicken (ANTF 09-34hA) Escala = 1 cm. 85
- Figura 36 – aff. *Nothofagus betulifolia* Dutra (ANTF 09-34aA) Escala = 1 cm. 89
- Figura 37 – aff. *Nothofagus cretaceae* Zastawniak (ANTF 09-38bA) Escala = 1 cm. 91
- Figura 38 – *Nothofagus* sp.1, aff. *Nothofagus (Fagus) magellanica* Engl. (Dusén) e forma atual de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Blume (ANTF 09-37bB) Escala = 1 cm. 92
- Figura 39 - Representação, em números de exemplares, das principais associações familiares propostas para os elementos presentes na taoflora da ilha Dufayel (Obs. * = Afinidade com *Dicotylophyllum* sp. 8 Li; ** = *Incertae sedis*). 94
- Figura 40 - Representação percentual dos distintos grupos morfológicos de angiospermas de Crabtree (1987), na taflora da ilha Dufayel. 95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista das famílias/espécies citadas por Birkenmajer; Zastawniak (1986) para a taoflora da ilha Dufayel.	42
Tabela 2 - Lista das famílias/espécies citadas por Dutra (1997a) para a taoflora da ilha Dufayel.	42
Tabela 3 - Síntese das amostras da ilha Dufayel analisadas, com a respectiva afinidade taxonômica, ocorrência fóssil e idade.	96

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Contexto Geológico da Antártica e Idade dos Depósitos	14
1.2 Litoestratigrafia e Registro Paleoflorístico Prévio em Áreas da Península Antártica	20
1.2.1 Setor Oriental	20
1.2.2 Setor Oriental (Figuras 3 e 5)	25
1.3 Ilha King George (Figura 5 e 7)	28
1.3.1 Registro Paleoflorístico Prévio para a Ilha King George	32
1.3.2 Litoestratigrafia e Registro Paleoflorístico Prévio da Ilha Dufayel	35
2 OBJETIVOS	44
3 MATERIAL E MÉTODOS	45
3.1 Amostras Estudadas	45
3.2 Metodologia	45
3.2.1 Tratamento dos Restos de Folhas	46
4 RESULTADOS	50
4.1 Sistemática Paleobotânica	50
4.1.1 Morfotipos Laurofílicos	50
4.1.2 Morfotipos Sapindofílicos	62
4.1.3 Morfotipo Celastrofílico	67
4.1.4 Morfotipo Mirtofílico	71
4.1.5 Morfotipo Pentalobofílico/Platanofílico	82
4.1.6 Morfotipo Acrodomofílico	84
4.1.7 Morfotipo Protofílico	88
4.2 Síntese dos Dados Paleoflorísticos	93
4.3 Relações Estratigráficas e Correlação das Floras do Grupo Dufayel	98

Island com as das Bacias Austrais da Oceania e América do Sul Meridional	
4.4. Comparação da Assembléia de Dufayel com os Elementos e Biomas Modernos	98
5 CONCLUSÕES	100
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103

1 INTRODUÇÃO

A moderna posição geográfica do continente Antártico e as litologias identificadas nas áreas livres de gelo permitem supor sua ligação pretérita, tanto em termos de processos geológicos, como biológicos, com outros continentes austrais. Restos de organismos marinhos e continentais, comuns a estas áreas, apóiam estas inferências e suportam as antigas conexões, constituindo importante ferramenta para a compreensão da moderna geografia e fitogeografia do Hemisfério Sul (WOODBURNE; ZINSMEISTER, 1984; ORLANDO, 1971; BOSE; TAYLOR; TAYLOR, 1990). Especificamente no que diz respeito às floras, os dados demonstram uma ampla distribuição geográfica, ao longo do final do Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico, que apóiam a ligação entre as massas de terra do antigo Gondwana (BERRY 1913; SEWARD, 1914; TRUSWELL, 1991a; 1991b; DUTRA, 1997a; KELCH, 1997).

No noroeste da Península Antártica os restos de planta são comuns e representam distintos intervalos de tempo. Foram mais intensamente pesquisados durante as últimas duas décadas e demonstraram sua importância na compreensão da origem e dispersão de ancestrais de gêneros e espécies que hoje crescem na Nova Zelândia, Austrália e sul da América, além de informar sobre a chegada das angiospermas às altas latitudes (CANTRILL; NICHOLS, 1996).

1.1 Contexto Geológico da Antártica e Idade dos Depósitos

O Continente Antártico, como a grande porção de terra isolada no sul do mundo que hoje conhecemos, forma-se a partir do fracionamento do Gondwana, ocorrido durante o Mesozóico (BOSE; TAYLOR; TAYLOR, 1990; JOKAT *et al.* 2003; LAWVER; GAHAGAN, 2003; BROWN; GAINA; DIETMAR, 2006). Durante os processos envolvidos neste importante evento, manteve, aparentemente, uma posição sempre ligada ao pólo (ASHWORTH; CANTRILL, 2004), tendo dela divergido, entre o Jurássico e o Oligoceno Inferior, as massas de terra que hoje compõem os continentes do Hemisfério Sul (WEISSEL; HAYES; HERRON; 1977; LAWVER; SCLATER; MEINKE, 1985; GHIDELLA; LAWVER; GAHAGAN, 2007).

Durante sua evolução geológica, os dois setores em que é atualmente dividida, a

Península Antártica ou Antártica Ocidental, e o Continente ou Antártica Oriental, tiveram uma história distinta e passaram por processos muito particulares (Figura 1).

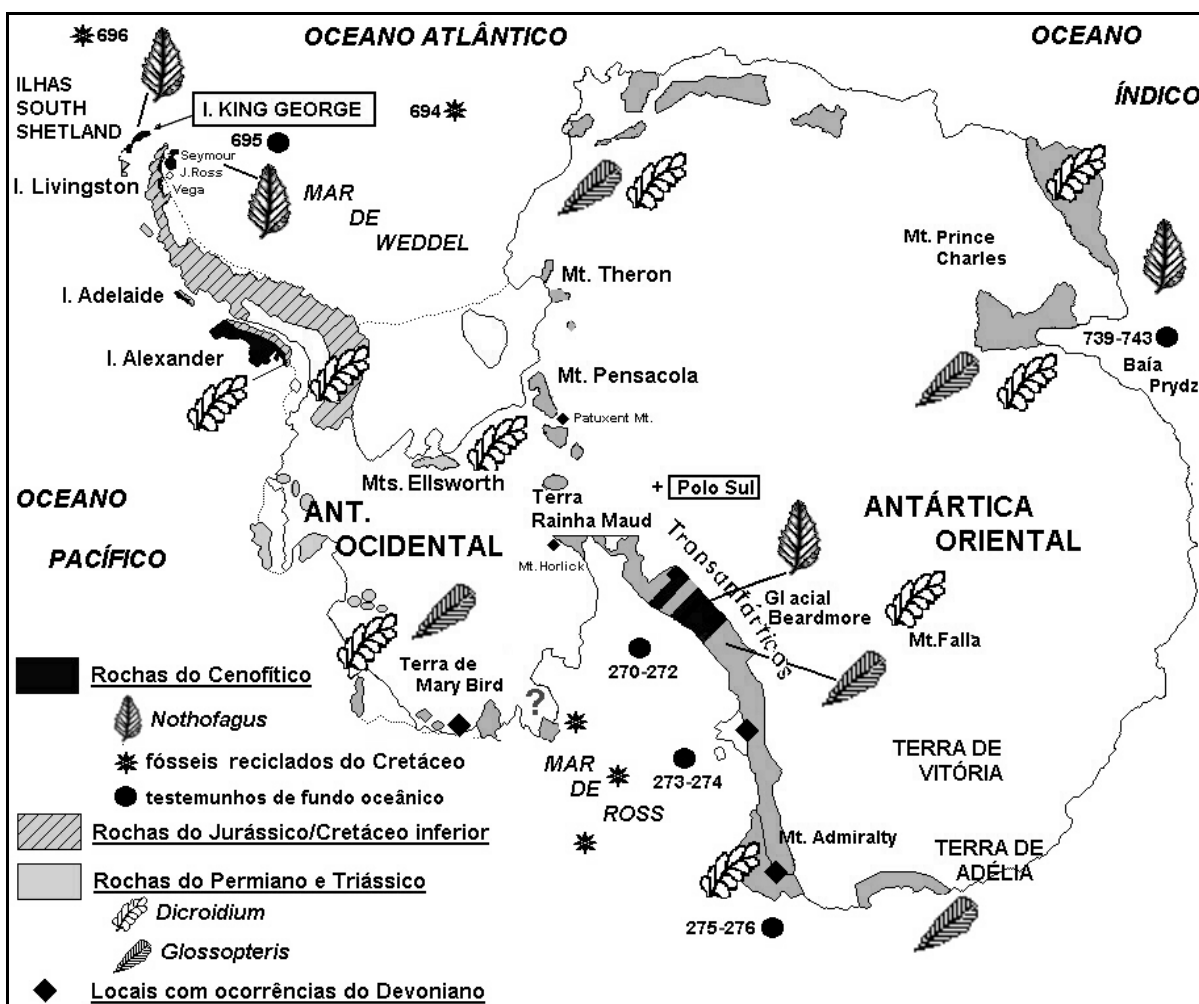


Figura 1 - As duas grandes subdivisões atuais da Antártica, suas localidades fossilíferas principais e idades (modificado de DUTRA, 1997a).

Segundo Elliot (1991) estas duas grandes porções teriam se unido no início do Triássico, fechando a Bacia Transantártica e aproximando os blocos crustais da Península, com os do Continente e outras pequenas placas (Figura 2).

No registro geológico do Continente Antártico a presença de litologias do final do Paleozóico e Mesozóico denuncia uma história comum com as outras massas de terra do Gondwana. A deposição se estende do Devoniano ao Jurássico, com uma expressiva presença de rochas de idade Permiano e Triássico (TAYLOR; TAYLOR, 1990; BOSE; TAYLOR; TAYLOR, 1990; MCLOUGHLIN; LINDSTROM, DRINNAN, 1997). A sucessão sedimentar jurássica é recoberta por uns poucos níveis do Cenozóico.

Os dados geológicos provêm principalmente das rochas expostas nas grandes

elevações livres de gelo e sugerem ainda uma história iniciada no final do Proterozóico. A presença, no entanto, de estratos do Pré-Cambriano e Paleozóico inicial permanece incerta (PLAYFORD, 1990). Os restos fósseis indicam que entre o final do Cambriano e o Devoniano o Continente teria ocupado uma posição subequatorial, quando esteve sob a influência de climas tropicais (SCOTSE, 2001). Ao longo do Paleozóico, movimentou-se gradativamente para o sul chegando, no final do Permiano, a uma posição próxima a que hoje ocupa. Neste mesmo período a América do Sul teria se movimentado em sentido contrário, saindo das altas latitudes do sul, em direção ao Equador e entrando na zona de influência dos climas tropicais e subtropicais. A proximidade entre o sul das Américas e a Antártica iniciou seu rompimento há cerca de 40 milhões de anos atrás (CUNNINGHAM *et al.*, 1995).

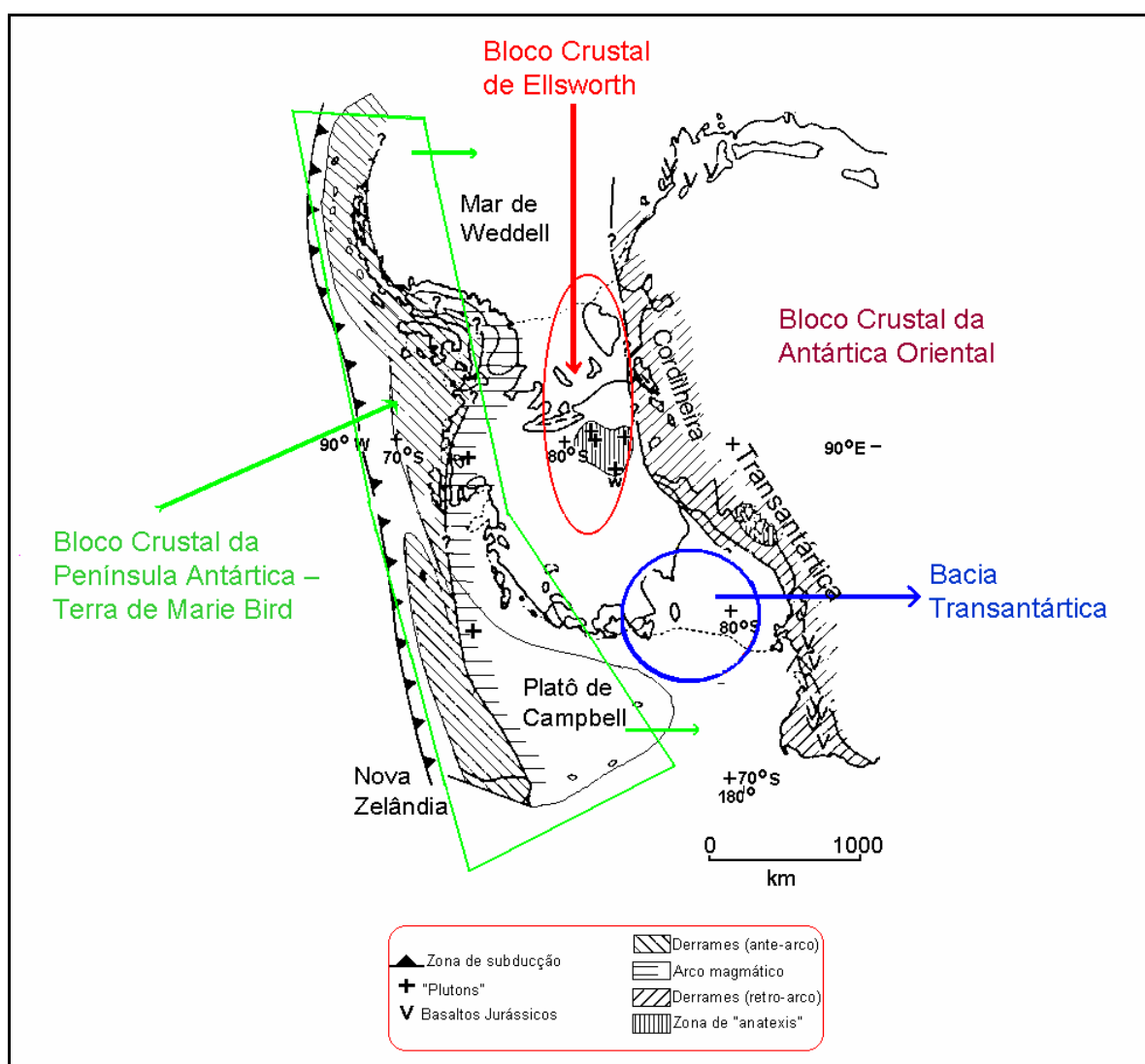


Figura 2 – Principais blocos crustais envolvidos na união entre as áreas do sul da Península Antártica e Antártica Oriental durante o Triássico (modificado de ELLIOT, 1991).

A Península Antártica, por outro lado, possui uma complexa conformação geológica (Figura 3). Reflete a interação e união de pequenas placas e dos processos de subducção ocorridos em seu flanco voltado para o Pacífico, iniciados de sul para norte, a partir do final do Paleozóico e seus efeitos sobre o relevo sentidos apenas a partir do Cretáceo. (BARKER, 1982; FARQUHARSON, 1984; ELLIOT, 1988; DEL VALLE; RINALDI, 1993; MACHADO *et al.* 1998, 2001; LAWVER; GAHAGAN, 2003; WILLAN; HUNTER, 2005; HERVÉ; MILLER; PIMPIREV, 2006).

Os espessos pacotes de rochas vulcânicas, sedimentares e plutônicas intrusivas, mais visíveis aqui que no continente, mostram idades entre o Triássico e o Neógeno e sugerem um magmatismo característico de ambientes de arco e bacias de antearco associadas (ELLIOT, 1988; DEL VALLE; RINALDI, 1993). Para Birkenmajer (1981; 2001), o magmatismo associado à subducção do Pacífico ao longo da costa ocidental da Península Antártica mostra dois estágios principais, um ocorrido entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior, e outro, mais intenso, no limite Cretáceo – Paleoceno.

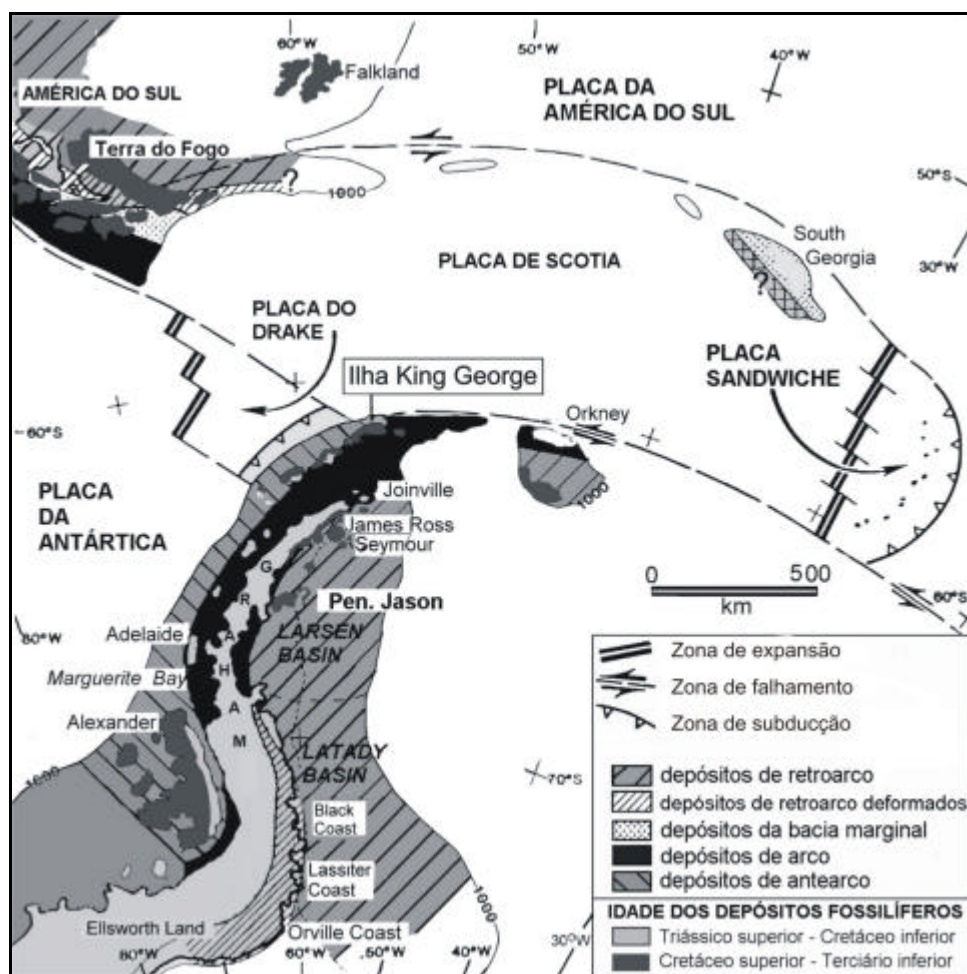


Figura 3 - Contexto geotectônico da Península Antártica e a correspondência com o tectonismo em áreas do sul dos Andes (modificado de ELLIOT, 1988; DEL VALLE, RINALDI, 1993).

Na porção norte e nordeste da Península Continental, as rochas metamórficas e vulcânicas correspondentes aos depósitos de arco foram incluídas por Adie (1964), no Grupo *Antarctic Peninsula Volcanic* e se interdigitam com conglomerados e depósitos de planícies de inundação do Grupo *Botany Bay*, rico em restos de vegetais.

Os esforços resultantes da subducção originaram três regiões tectônicas principais ao longo da Península Antártica (ELLIOT, 1988; DEL VALLE; ELLIOT, MACDONALD, 1992; DEL VALLE; RINALDI, 1993), configurando depósitos e litologias distintas para as regiões do arco e da bacia de retroarco (Figura 4).

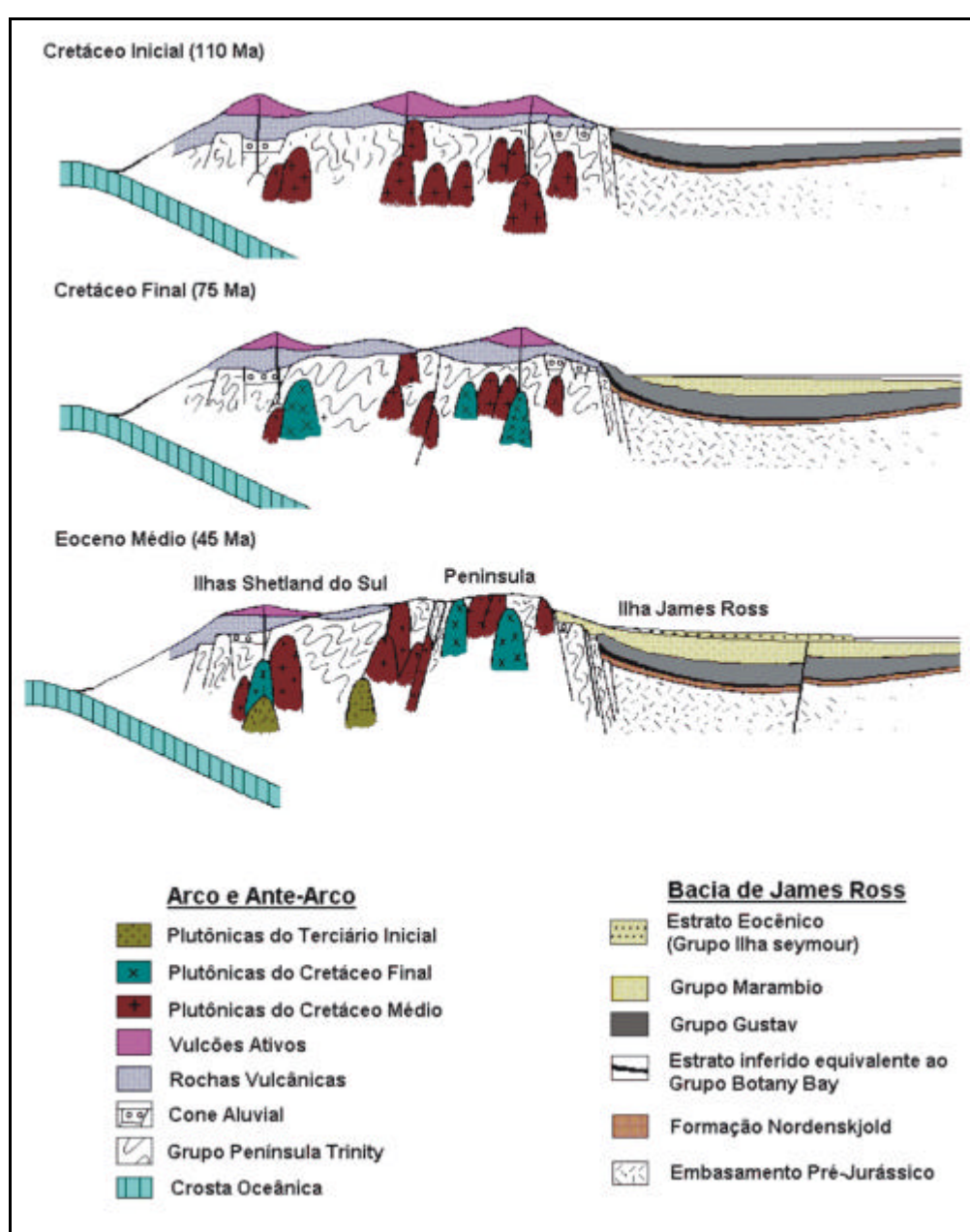


Figura 4 – Conformação tectônica do norte da Península Antártica entre o Cretáceo e Paleógeno (modificado de ELLIOT, 1988).

Na região de retroarco formaram-se duas bacias, Larsen a norte, e Latady ao sul, subdivididas a partir do Cretáceo por um soerguimento transversal (DEL VALLE, ELLIOT, MCDONALD, 1992; DEL VALLE, RINALDI, 1993; HATHWAY, 2000; HUNTER; *et al.*, 2006). Na primeira delas, a sub-bacia de James Ross reúne um espesso conjunto de sedimentos que se distribui temporalmente entre o Jurássico e o Eoceno Superior, assentado sobre o embasamento Triássico (MACDONALD *et al.*, 1988). Para Olivero (1995) representa “a melhor sucessão de plataforma em latitudes altas do Hemisfério Sul”, compartilhando muitos aspectos com a Bacia Austral, na Patagônia.

A partir do Cretáceo Superior estes depósitos atestam a presença de um megaciclo regressivo controlado pela atividade tectônica e ígnea, mais que pelas variações eustáticas, que levou à substituição dos ambientes marinhos francos por aqueles de caráter marginal. Daí em diante, e até o final do Oligoceno, os depósitos nas duas sub-bacias se unificam e só serão perturbados eventualmente pelos movimentos de abertura do Gondwana (OLIVERO, 1995).

Já as ilhas ocidentais da Península (Figura 3 e 4) têm, como visto, sua gênese atribuída ao contexto de antearco resultante da subducção das placas do Pacífico, Aluk e Drake, ao longo do Mesozóico (WEISSEL; HAYES; HERRON, 1977; ELLIOT, 1988).

O início do Oligoceno será marcado por um novo hiato na deposição das bacias austrais da América do Sul e Península Antártica, correspondente à atividade tectônica que dará início a abertura do Mar de Drake e a definitiva separação entre Antártica e América (BARKER; BURREL, 1977; JEFFERS; ANDERSOM; LAWER, 1991; TOKARSKI, 1991; SOLIANI JR.; BONHOME, 1994, CUNNINGHAM *et al.*, 1995). A formação do Arco de Scotia entre as placas da América do Sul e Antártica foi o maior evento tectônico no sudoeste do Atlântico e garantirá a ligação no sul, entre o Atlântico e o Pacífico (BARKER, 2001). A transição da fase de subducção para a de movimentos transcorrentes, característicos da formação do Arco de Scotia, provoca o rearranjo das placas, a inclinação dos estratos (mas menos pronunciada que a dos níveis do Cretáceo-Paleógeno) e uma série de falhamentos que irá reativar o vulcanismo (BOHOYO *et al.*, 2007).

Estes processos cessam há quatro milhões de anos com a inversão do sentido do movimento crustal e o início do *rift* que formaria o Estreito de Bransfield (JEFFERS; ANDERSOM; LAWER, 1991; TOKARSKI, 1991). Weaver *et al.* (1994), propõem que a abertura do Estreito de Bransfield e o deslocamento para o norte das ilhas Shetland em cerca de 65 km, teria ocorrido nos últimos 2 milhões de anos.

Estes eventos permitem supor uma conexão inicial das Shetland com o setor ocidental

da Península continental. As áreas que hoje compõem o arco magmático podem ter sido segundo estes autores, uma antiga bacia que foi soerguida.

Os depósitos do arco e, conseqüentemente o das Shetland, resultaram assim numa sucessão predominantemente subaérea, submetida a uma intensa atividade vulcânica e tectônica, o que os torna distintos daqueles vistos para os ambientes de retroarco. Aí os restos de plantas serão a evidência quase exclusiva da vida que se desenvolveu (DUTRA, 1997b, 2004).

1.2 Litoestratigrafia e Registro Paleoflorístico Prévio em Áreas da Península Antártica

O registro paleobotânico e paleontológico em áreas da Península Antártica é bastante extenso, tendo sido abordado por um grande número de pesquisadores, em suas diferentes ilhas e porção continental.

1.2.1 Setor Oriental

No setor oriental os fósseis de planta estão concentrados na sub-bacia de James Ross (Bacia de Larsen) e afloram especialmente na ilha de mesmo nome, e nas ilhas Vega e Seymour (Figura 5).

A sucessão nesta bacia inicia no final do Cretáceo e prolonga-se até o final do Cenozóico (Figura 6).

Na ilha Seymour, a sucessão foi subdivida em dois grupos, Marambio, com as formações Santa Marta, Lopez de Bertodano e Sobral, e o Grupo Seymour Island, do Paleoceno Superior ao Eoceno, com as formações Cross Valley e La Meseta (BIBBY, 1966; RINALDI *et al.*, 1978; ELLIOT; TRAUTMAN, 1982; ZINSMEISTER, 1982; HERVÉ *et al.*, 1990; PIRRIE; CRAME; RIDING, 1991a; PIRRIE; WHITHAM; INESON, 1991b).

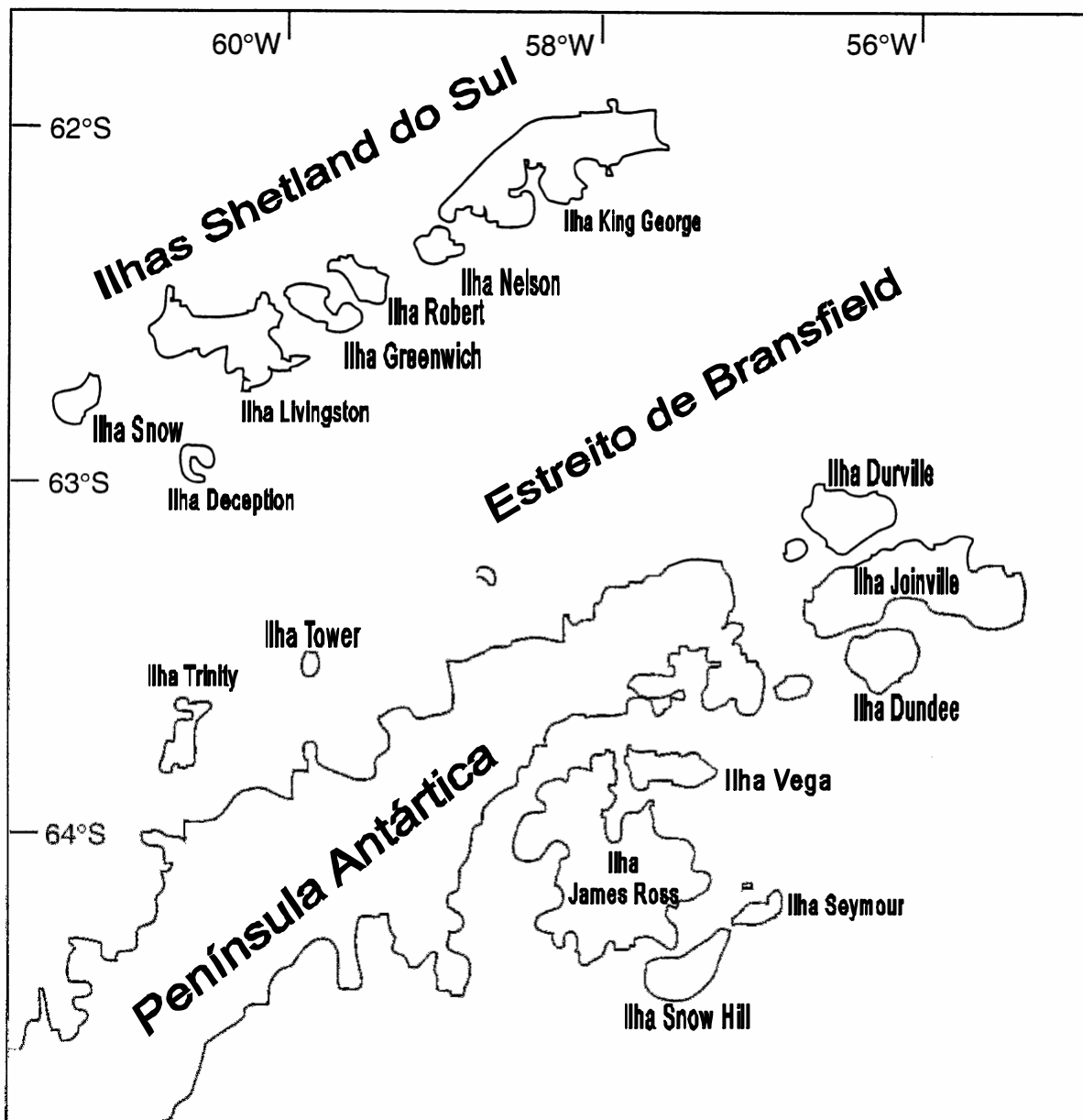


Figura 5 – Porção norte da Península Antártica, ilhas orientais da sub-bacia James Ross e as do arquipélago das Shetland do Sul (W).

A Formação Sobral, a primeira de idade cenozóica, é marcada por ambientes deltáicos de caráter lenticular, que preenchem os canais escavados em uma plataforma emergente durante um evento erosivo do Paleoceno Inferior (SADLER, 1988; MACELLARI, 1988; MONTES *et al.* 2007; SANTINELLA *et al.*, 2007). Para Santillana e Marensi (1997), a base e o topo desta unidade são erosivos e duas descontinuidades internas permitiram separá-la em três alomembros, o mais basal de idade Daniano-Selandiano e o mais superior do Selandiano. Sua deposição seria o resultado da interação entre os movimentos de soergimento do arco e as variações eustáticas do nível do mar. Esta influência marinha está de acordo com os restos de organismos aí identificados, que mesclam fósseis de moluscos (MACELLARI, 1988) e lenhos

provavelmente trazidos do Continente Antártico (MAYER; BARROCAS, 1991).

Cenozóico	Plioceno	Grupo Vulcânico ilha James Ross
	Mioceno	
	Oligoceno Eoceno	Grupo Seymour
	Paleoceno	Fm. Cross Valley
Cretáceo		Fm. Sobral
	Maastrichiano	Grupo Marambio
		Fm. Lopez de Bertodano
		Fm. Snow Hill
	Campaniano	Fm. Rabor
	Santoniano	Fm. Santa Marta
	Coniaciano	Grupo Gustavo
	Turoniano	Fm. Lago Hidden
	Cenomaniano	Fm. baía Whisky
	Albiano	Fm. Pontal Kotick
	Aptiano	Fm. Pontal Langrelus
	Barremiano	
P/Tr		Grupo Península Trinity

Figura 6 – Proposta estratigráfica para a sub-bacia de James Ross (CICHOWOLSKI; AMBROSIO; CONCHEYRO; 2005).

O Grupo Seymour Island representaria os processos progradacionais que se seguiram (CRAME *et al.*, 1991) e mostra fósseis tão variados quanto os ambientes preservados (CRAME, 1992) distribuídos entre microfósseis (COCOZZA; CLARKE, 1992), principalmente dinoflagelados (OLIVERO; PALAMARCZUK, 1990), foraminíferos, icnofósseis (SCASSO; OLIVERO; BUATOIS, 1991), macroinvertebrados marinhos (OLIVERO; AGUIRRE-URRETA, 1994a, 1994b), restos de plantas (BALDONI, 1986, 1987a, 1987b; ASKIN, 1990; TRUSWELL, 1991a, 1991b; TORRES; MARENSII; SATILLANA, 1994; CANTRILL, 2000) e organismos continentais (GASPARINI; OLIVERO; SRCINAASSLOD; 1987; TAMBUSSI *et al.*, 1994; GOIN; CARLINI, 1995;

NORIEGA; TAMBUSSI, 1995; GASPARINI; DE LA FUENTE; DONADIO, 1996; JADWISZCZAK, 2006).

A primeira unidade do Grupo Seymour Island, a Formação Cross Valley, de idade Paleoceno Superior, é igualmente exclusiva da ilha Seymour. Sua base corta sedimentos da Formação Sobral (no alomembro Sobral A) e provavelmente também os níveis de topo da Formação Lopez de Bertodano (ELLIOT; MARENSSI; ASKIN, 1993; SANTILLANA; MARENSSI, 1997), mais uma vez preenchendo um canyon submarino (SADLER, 1988). Dados isotópicos de Sr (DINGLE; LAVELLE, 1998) e faunas de dinoflagelados (ASKIN, 1988) sugerem uma idade no Thanetiano Superior. Os fósseis são escassos, mas restos de flora, com *Nothofagus* e outras angiospermas, coníferas (Araucariaceae e Podocarpaceae) e diversas pteridófitas foram identificados (ZINSMEISTER, 1982; CASE, 1988; BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1989a; ASKIN, 1990; ASKIN *et al.* 1991; BARNES; RIDING, 1994). As superfícies erosivas da base e do topo são similares àquelas que geraram a Formação Sobral, bem como a presença de desconformidades internas que permitiram sua subdivisão em três alomembros e em ciclos sedimentares menores (MONTES *et al.*, 2007). É constituída por arenitos e conglomerados arenosos de origem vulcanoclástica, inclusive contendo fragmentos de *shard* (ELLIOT; TRAUTMAN, 1982; PIRRIE; CRAME; RIDING, 1991a).

Para Case (1988) as impressões de folhas coletadas na ilha Seymour pela Expedição Sueca e estudadas por Dusén (1908) e Cranwell (1966), devem pertencer em parte a esta unidade, em parte a unidade seguinte, a Formação La Meseta. A micro e macroflora datada do Paleoceno Superior contém pteridófitas, coníferas e angiospermas variadas que sugerem um clima muito mais quente do que o atual nesta latitude (CASE, 1988; TORRES, 1990; GANDOLFO *et al.*, 1998). Os restos de lenho foram identificados por Francis (1986) e Torres (1990) e mostraram formas de *Nothofagus*.

Na unidade seguinte, a Formação La Meseta, os restos fósseis são muito diversificados, e as flora mostram coníferas podocarpáceas e angiospermas (WRENN; HART, 1988; FLEMING; ASKIN, 1982; ZAMALOA; ROMERO; STINCO, 1987; CASE, 1988; TORRES; MARENSSI; SANTILLANA, 1994; DUTRA, 2004; STEPHENS *et al.*, 2005; 2006). Provém dos níveis de arenito e folhelhos do topo e apóiam um contexto transicional e marginal, já que acompanhados de microflora marinha (ASKIN, 1988). Sua deposição foi associada a um vale com depósitos deltáicos, estuarinos e de ambientes marinhos muito rasos (MARENSSI, 1995; MARENSSI; SANTILLANA; RINALDI, 1998a), uma proposta apoiada pela identificação de restos de peixes associados a folhas de angiospermas (DOKTOR *et al.*, 1996).

O achado nesta unidade de mamíferos primitivos (Gondwanatheria, sudamericídios), extintos na América do Sul no Paleoceno, apóia um isolamento que pode ter permitido a sobrevivência deste grupo gondwânico no Eoceno da Antártica, além de demonstrar que os fatores que causaram sua extinção na América, não estavam presentes na Península (REGUERO; MARENSSI; SANTILLANA, 2002). Sua associação com *Nothofagus* permitiu inferir que durante um longo tempo as áreas da Península constituíram uma rota de migração dos marsupiais da América para a Austrália (CASE, WOODBURN, CHANEY; 1988). Bond e Vizcaíno (1993), contudo, não concordam com as afinidades australianas dos marsupiais identificados, defendendo sua estreita relação com a Patagônia Austral, extensiva aos unglados do Andar Muestrense de Legarreta e Uliana (1991), correspondente a base do Eoceno.

Truswell (1990) considerou a assembléia polínica da Formação La Meseta como um mosaico da vegetação do Terciário Inferior da Austrália, que Specht *et al.* (1992) chamaram de “flora mista”. Na Nova Zelândia, Pole (1994) encontrou a mesma condição para as florestas do início do Cenozóico.

Coincidentemente, no extremo oposto da distribuição, as paleofloras do sul da Argentina entre o Paleoceno e o Eoceno Médio, foram chamadas de “mixtas” ou de “mescla” por Romero (1978; 1986), um termo que ele estendeu aos depósitos da ilha Seymour. Esta mescla se manifesta pela ocorrência conjunta de táxons termofílicos (subtropicais), associados a outros que hoje caracterizam os climas temperados frios. Volkheimer (1971) levanta a possibilidade de condições estacionais. Já para Romero (1978) significavam condições climáticas transicionais entre frio e calor exclusivos destas regiões e sem comparativos modernos, existentes no Paleógeno.

Askin (1989) e Askin *et al.* (1991) apontam a oportunidade oferecida pelas floras da sub-bacia de James Ross, quando comparadas com outras de latitudes austrais, de observar a heterocronicidade de dispersão das floras da Península em direção ao norte, a partir do final do Campaniano e sua menor possibilidade de uso bioestratigráfico. E Crame (1992), com base na observação das assembléias de dinoflagelados e organismos marinhos, propõe que neste momento formas de *Nothofagus* teriam aparecido pela primeira vez e no norte da Península Antártica, um aspecto que, como veremos, será comprovado pelos fósseis das áreas ocidentais. No Maastrichtiano o gênero passa a compor cerca de 40% das assembléias (DETTMANN; JARZEN, 1990; TRUSWELL, 1990; DUTRA; BATTEN, 2000), dispersando-se a partir daí para as outras regiões austrais (América e Austrália), utilizando as áreas emersas da Província Weddliana de Case (1988).

A Formação La Meseta encerra o pacote fossilífero do Paleógeno na sub-bacia James

Ross e aflora a NE da ilha Seymour e em sua vizinha, a ilha Cockburn, abrangendo quase todo o Eoceno (ELLIOT; TRAUTMANN, 1982; MARENSSI; SANTILLANA; RINALDI, 1998b). Seu contato basal é discordante para os distintos locais e manifestados ora por superfícies erosivas (com a Formação Cross Valley), ora por discordâncias angulares (com a Formação Lopez de Bertodano, na ilha Cockburn), indica a provável existência de um hiato de tempo significativo e que como visto, pode ser acompanhado em outros setores da Península.

Para Barnes e Riding (1994), resultou de uma inversão do relevo na bacia, acompanhada de um evento de queda do nível do mar testemunhado globalmente para este período e que magnificou os efeitos erosivos do tectonismo (HAQ; HARDENBOL; VAIL, 1987; BARNES; RIDING, 1994). Após esta discordância temporal, Doktor *et. al.* (1988) identificaram depósitos de *lahar* (*sensu* SMITH, 1986) compostos por rochas piroclásticas, na forma de blocos angulosos de tufo, andesitos, andesito-basaltos e madeira petrificada, com abundante matriz de vidro e cimento carbonático. Deposições deste tipo também serão frequentes também, como veremos nas sucessões da ilha King George.

1.2.2 Setor Oriental (Figuras 3 e 5)

No lado ocidental da Península, representativo dos ambientes de arco e antearco, as floras sugerem uma composição taxonômica similar (ELLIOT, 1974; 1988; SMELLIE *et al.*, 1995), apesar do contexto tectônico distinto. Observa-se igualmente a gradativa transição dos ambientes marinhos, intercalados com lavas, piroclásticas e cinzas do final do Cretáceo, para aqueles de caráter mais continentalizado (embora mais saliente ainda), coincidentes com o início do Paleógeno.

Analisando brevemente as ocorrências paleoflorísticas deste setor, a ilha Alexander (71°00'S 70°00'W), a mais ao sul, mostra depósitos expressivos do Mesozóico e raras ocorrências do Cenozóico Inferior, similares aos que caracterizam a parte continental da Península (BELL, 1973; BUTTERWORTH; MACDONALD, 1991; MONCRIEFF; KELLY, 1993; DOUBLEDAY; TRANTER, 1994). Sua paleoflora é de grande importância por testemunhar a chegada das angiospermas às altas latitudes, no Albiano Superior (CANTRILL; NICHOLS, 1996). O registro se manifesta na forma de impressões de folhas, favorecidas em sua preservação pelo contexto vulcânico (JEFFERSON, 1982; 1983) de formas primitivas de *Nothofagus*, ainda muito próximas do tronco ancestral das Fagales, de origem asiática.

Para Hill (1994) as Nothofagaceae teriam chegado até a Antártica no Cretáceo Inferior através da Austrália e originado as Nothofagaceae. Dutra (2001) apresentou uma proposta alternativa, pela América do Sul ou África, baseada no fato de que as formas de *Nothofagus* são um pouco mais antigas na Península, que na Austrália, e representadas por microfósseis, mais difíceis de serem transportados. As ligações por terra entre a Antártica e a América do Sul neste momento são apoiadas pela ocorrência de microfósseis lacustres (MUSACCHIO; SIMEONI, 1995).

No final do Cretáceo as plantas com flores já constituem cerca de 12% das tafofloras deste setor da Península, acompanhadas de gimnospermas ainda tipicamente mesozóicas, coníferas, araucariáceas, taxodiáceas e podocarpáceas, e fetos (POOLE; FRANCIS, 1999).

A ilha seguinte, Adelaide (67.25°S 68.5°W), possui macrófilos de angiospermas que permitiram reavaliar a idade jurássica originalmente proposta, além de corpos plutônicos intrusivos com idades entre 60 e 63 Ma (PANKHURST, 1982a; 1982b). Restos de angiospermas de folhas grandes com venação craspedódroma (*Nothofagus?*) e polens tricolpados e colpados, compõem o restrito documentário da ilha.

A ilha Snow (62° 45'S - 61° 11'W) tem seus fósseis limitados a restos de vegetais, que ocorrem na parte nordeste da ilha, President Head (FUENZALIDA, ARAYA; HERVÈ 1972). Também haviam sido originalmente atribuídos ao Jurássico, mas novos achados permitiram situar os níveis no Valangiano-Hauteriviano (ASKIN, 1983; PHILIPPE *et al.*, 1995). A macroflora está preservada por compressões de pteridófitas, ocasionalmente de frondes inteiras, e demonstra uma assembléia de fetos e coníferas, sem angiospermas (TORRES *et al.*, 1995).

A ilha Livingston (62°36'S 60°30'W) se distingue das que se seguirão mais ao norte e assemelha-se a ilha Alexander, por conter uma sucessão mesozóica iniciada no Triássico, com restos vegetais distribuídos entre lenhos, folhas e grãos de pólen (ORLANDO, 1968, 1971; DUANE, 1994), que aflora no Pontal Williams. Os níveis com plantas assentam sobre um embasamento de rochas turbidíticas deformadas do final do Paleozóico, similares às identificadas na Península continental (KELM; HERVÉ, 1994). Segundo Barale *et al.* (1994) a paleoflora de Pontal Williams, no norte de Livingston, é composta por pteridófitas, caitonales e coníferas, acompanhadas de *Dicroidium* Gothan. Mas restos de angiospermas, na forma de lenhos *in situ* (PHILIPPE *et al.*, 1993; POOLE; CANTRILL, 2001; PHILIPPE *et al.*, 2004) e polens (CHAPMAN; SMELLIE, 1992), também foram identificados neste mesmo local, em níveis mais jovens, atribuídos ao Cenomaniano-Campaniano.

Na Península Byers, a oeste da ilha Livingston, os níveis se distribuem entre o Albiano

e o Aptiano (GONZÁLES-FERRAN; KATSUI; TAVERA, 1970; PANKHURST, 1982b; CRAME, 1995). Representam uma sucessão de caráter regressivo, com mais de 2 km de espessura, que mescla restos de organismos marinhos e continentais, e que permitiram a correlação com zonas bioestratigráficas marinhas globais (HERNANDEZ; AZCÁRATE, 1971; DUANE, 1994). O achado de palinomorfos indica que as condições foram de ambientes marinhos proximais, e levou Duane (1994) e Elliot (1988), a confirmarem o contexto de retroarco marginal para a deposição.

As litologias da Península Byers foram englobadas no Grupo Byers por Crame (1995). Em sua unidade mais basal e datada como Aptiano Inferior, a Formação Cerro Negro (HATHWAY, 1997), foi registrada a presença de cf. *Pseudoctenis ensiformis* Halle, *Araucarites* sp., *Archangelskya furcata* Herbst, *Cladophlebis* sp., *Dictyozamites* sp., *Elatocladus* sp., *Phyllopteroides* sp., *Pseudoctenis* sp., *Ptyllophyllum menendezii* Cantrill, *Sphenopteris* sp., *Eocyathea remesaliae* Césari, *Sergioa austrina* Césari e *Taeniopteris* sp. (CÉSARI *et al.*, 1999; PÁRICA; REMESAL; SALINI, 2007). A ocorrência de *Cyatheacidites annulatus* Cookson entre os esporos sugere um clima frio e úmido e ambientes sujeitos à perturbação (TRUSWELL, 1990). Aos fetos, associam-se outras formas herbáceas de musgos e hepáticas, que deviam compor o substrato de uma floresta de coníferas dominada por podocarpáceas (ASKIN, 1981). A ausência de angiospermas neste local apóia sua maior antiguidade em relação às floras do Pontal Williams (BARALE *et al.*, 1994).

Em outras localidades, respectivamente o Pontal Shirref e Hanna, foram identificados restos de *Araucarioxylon* sp. (PHILIPPE *et al.*, 1993) e uma paleoflora de pteridófitas e coníferas, acompanhadas de um único resto de angiosperma (LEPPE *et al.*, 2007). As assembléias de plantas ocorrem associadas a tufo intercalados em basaltos olivínicos de idade Cretáceo Médio (PÁRICA; REMESAL; SALINI, 2007).

A ilha Robert (62°24'S 59°30'W) que se segue mais ao norte, permanece praticamente desconhecida quanto a sua geologia e conteúdo fóssil, em parte por suas elevadas montanhas e costa escarpada.

Finalmente, na ilha Nelson (62°18'S 59°03'W), um estudo preliminar no setor norte, o Pontal Rip, identificou restos de lenhos carbonizados e impressões de folhas, onde *Nothofagus* é um elemento significativo, junto com outras angiospermas primitivas e numerosas pteridófitas. Permitiu propor sua correlação com níveis semelhantes no sul da ilha King George, datados como pertencentes ao Cretáceo Superior (DUTRA *et al.*, 1996).

1.3 ILHA KING GEORGE (Figura 5 e 7)

A ilha King George ($62^{\circ}23'$ - 62.383°S ; $58^{\circ}27'\text{W}$), onde se insere a localidade aqui abordada, é a mais setentrional das ilhas Shetland. Como já visto, representa, portanto, o contexto de antearco formado durante o Mesozóico, o que é apoiado pelas evidências de intenso vulcanismo, de caráter andesítico e basáltico, presente em suas litologias (BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1986).

Segundo Birkenmajer *et al.* (1983a), os esforços resultantes da subducção, dividiram a mesma em diferentes blocos estruturais dispostos longitudinalmente, condicionando a deposição (Figura 7 e 8).

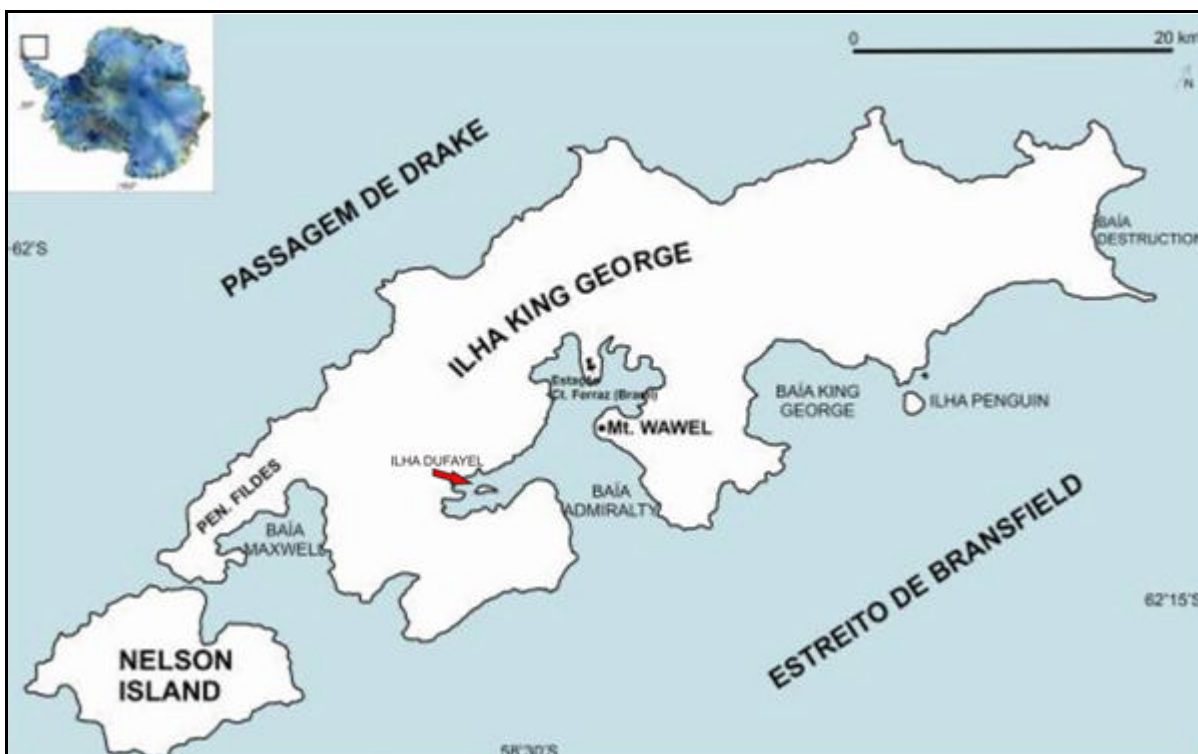


Figura 7 – Ilhas Nelson e King George, salientando a posição da ilha Dufayel na baía Admiralty (modificado de DUTRA, 1997a).

Em tese, as idades radiométricas obtidas sugerem três grandes momentos em que a atividade vulcânica foi particularmente intensa na ilha King George. As do Cretáceo Superior (60-70 milhões de anos) coincidiriam com o fim dos eventos de subducção (BIRKENMAJER, 1981). Um segundo episódio, com idades variáveis entre 45 e 41 milhões de anos, marcaria o momento do soerguimento do arco de ilhas e os primeiros movimentos e falhamentos tipo *strike-slip* (transformantes), que originaram a abertura do Estreito de Drake e a formação da

Corrente Circum-Antártica (VEEVERS; POWELL; ROOTS, 1991; FRAKES, 1999; HILL, 2004). A maior parte dos restos de planta preservados na ilha coincide com este ou com os eventos que se seguiram ao vulcanismo desta idade. Finalmente, uma suíte vulcânica mais jovem, com idades entre 23-24,5 milhões de anos, recobre os níveis com flora e relaciona-se com a abertura do Estreito de Bransfield, que separou as ilhas Shetland das áreas continentais da Península (BARKER; GRIFFITHS, 1972; ELLIOT, 1988; BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1986; DEL VALLE; RINALDI, 1993).

As lavas na ilha King George atestam um estilo efusivo-explosivo de vulcanismo (BARTON, 1965; SMELLIE *et al.*, 1984; SHEN YANBIN, 1994; YAO-SONG XUÉ; SHEN YANBIN; ZHUO, 1996; PEREIRA; DUTRA; ALMEIDA, 2003). Os fósseis sugerem que nesta época as florestas já haviam sido praticamente dizimadas, pelas baixas temperaturas e isolamento (DUTRA, 2004).

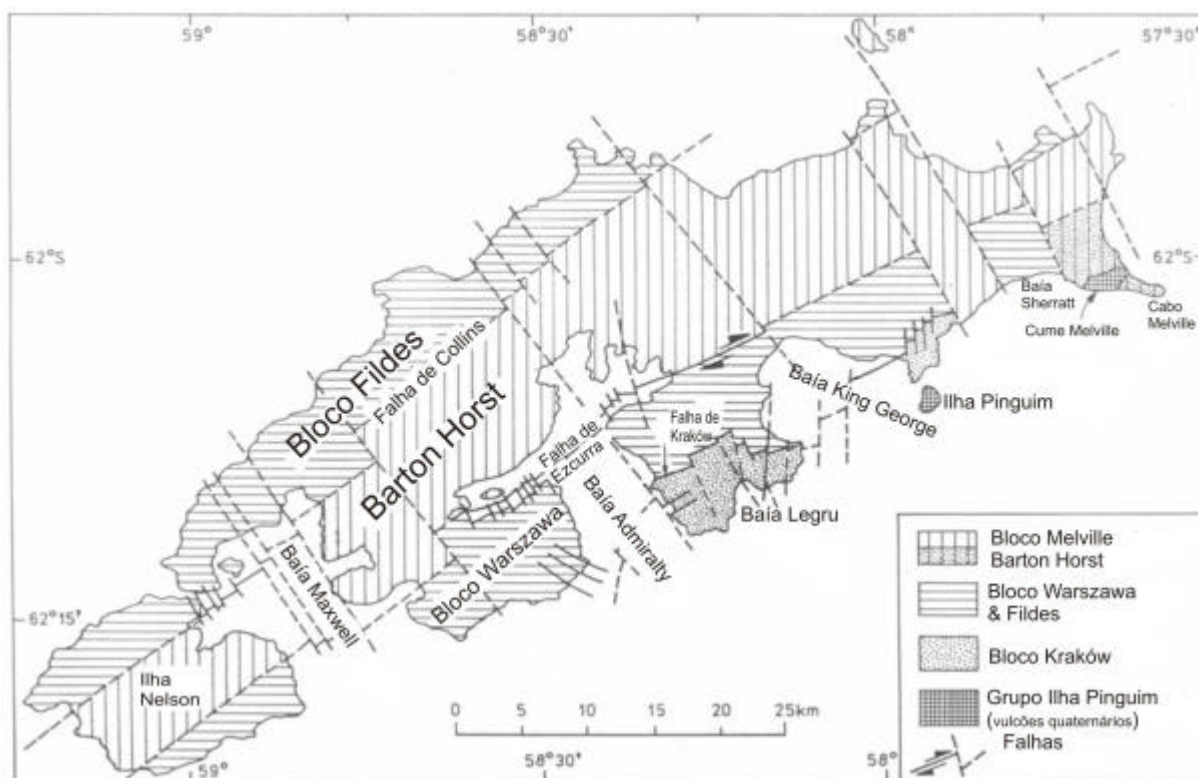


Figura 8 - As três principais unidades estruturais concebidas para a ilha King George por Birkenmajer (1980; 1981).

As litologias da ilha Dufayel, aqui enfocada, foram incluídas no contexto do *horst* Barton (Figura 8), que teria sido soerguido durante os processos de falhamento que afetaram a ilha King George (BARTON, 1964; 1965; BIRKENMAJER, 1980; BIRKENMAJER, 1981; BIRKENMAJER *et al.*, 1983a), e seriam as litologias mais antigas presentes, atribuídas ao Jurássico (HAWKES, 1961; ADIE, 1962; BARTON, 1961; 1964; 1965). Trabalhos

posteriores de Adie (1964), Birkenmajer (1981), Birkenmajer *et al.* (1983a; 1983b), Birkenmajer e Zastawniak (1986) e Smellie *et al.* (1984) comprovariam a ausência de litologias jurássicas, atribuindo-as ao Cretáceo Superior.

Birkenmajer (1980, 1982a, 1982b, 2001), Gazdzicki e Wrona (1982), Grikurov e Polyakov (1968) e Grikurov (1973), dedicaram-se especialmente as áreas em torno da baía Admiralty. Descreveram as lavas como básicas e intermediárias, intercaladas com piroclásticas e epiclásticas, de idades entre Cretáceo Superior e o Neógeno Inferior. ShenYanbin (1994), trabalhando na Península Fildes, igualmente limitou a idade do vulcanismo ao intervalo Cretáceo - Mioceno Inferior.

As litologias da ilha King George que englobam a maior parte dos restos de plantas correspondem a tufos de distintas granulometrias e, com muito menor expressão, a tufitos com evidências de retrabalhamento pela água (BIRKENMAJER, 1981; 2001; PEREIRA, DUTRA, ALMEIDA, 2003). Este contexto e o caráter predominantemente autóctone dos depósitos de fluxo, de queda e surgência, sugerem a presença de edifícios vulcânicos ativos em áreas próximas (BIRKENMAJER, 1981; SMELLIE *et al.*, 1984; SHEN YANBIN, 1994; MACHADO *et al.*, 1998). Neste contexto, grandes restos de lenhos (TORRES, 1985; HUNT; POOLE, 2003), ocorrem normalmente associados aos depósitos de aglomerados e *lahar*, sugerindo respectivamente, o início de um novo episódio vulcânico ou depósitos gravitacionais resultantes do derretimento do gelo nas encostas (HUNT; POOLE, 2003; DUTRA, 2004; BIRKENMAJER *et al.*, 2005).

Em termos litoestratigráficos os diferentes setores da ilha King George foram abordados por diferentes autores, sem que exista uma proposta mais regional de correlação. Para a Península Fildes, o arcabouço estratigráfico foi estabelecido inicialmente por Ferguson (1921), Hawkes (1961); Barton (1964; 1965) e, posteriormente, modificado por ShenYanbin (1994), que englobou a sucessão do Grupo Fildes, em cinco diferentes formações, com uma suíte vulcânica mais jovem. Para a baía Admiralty, igualmente baseado nos trabalhos prévios dos ingleses, Birkenmajer (1980; 2003) estabeleceu um conjunto vulcano-sedimentar semelhante em termos da gênese e eventos geológicos, o Supergrupo King George Island, subdividido em cinco grupos, cortados por uma suíte intrusiva mais jovem, o Grupo Admiralty Bay (Figura 9).

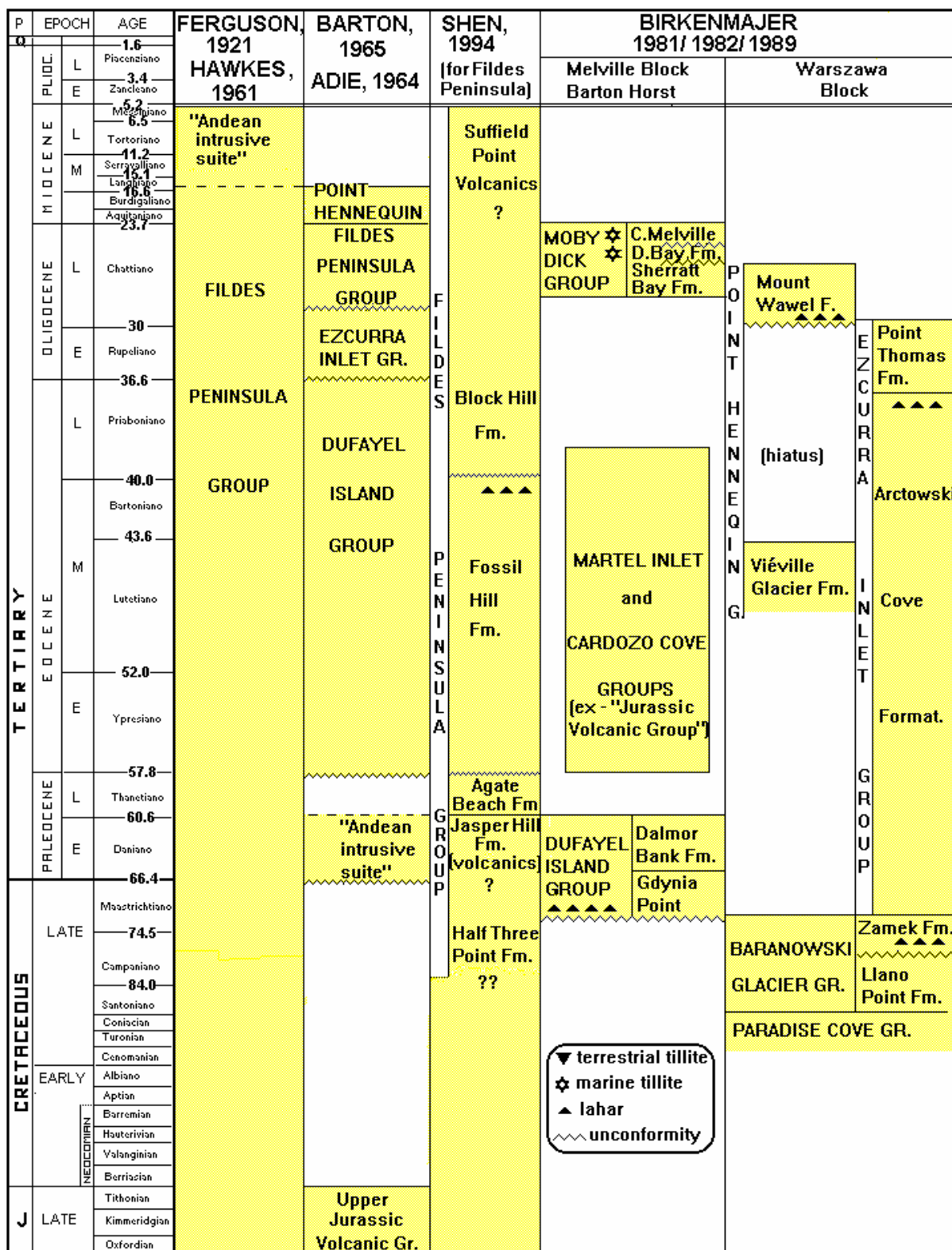


Figura 9 – Evolução dos trabalhos estratigráficos realizados em King George e as propostas litoestratigráficas de Shen (1994), para o setor sudoeste, e de Birkenmajer (1981-1989) para o setor central da ilha (retirado de DUTRA, 1997a).

1.3.1 Registro Paleoflorístico Prévio para a Ilha King George

A primeira comunicação sobre a presença de fósseis de plantas na ilha King George foi feita por Orlando (1963), na localidade conhecida como Morro dos Fósseis (*Fossil Hill*), na Península Fildes, extremo sudoeste da ilha. A partir daí muitos outros achados foram feitos por pesquisadores de diferentes países neste setor da ilha, determinando um conjunto de tafofloras compostas por restos de folhas, lenhos e palinomorfos, distribuídos entre o final do Cretáceo e o Paleógeno (DIAZ; TERUGGI, 1956; ORLANDO, 1963, 1964; TRONCOSO, 1986; LYRA, 1986; CZAJKOWSKI; RÖSLER, 1986; PALMA-HELDT, 1987; ROHN; RÖSLER; CZAJKOWSKI, 1987; TORRES; MÉON, 1990; LI HAOMIN, 1992; CAO LIU, 1992, 1994; SHEN YANBIN, 1994; LI JIANJUN; ZHEN SHUONAN 1994; ZHOU ZHIYAN; LI HAOMIN, 1994a, 1994b; DUTRA *et al.*, 1996; DUTRA; BATTEN, 2000; FONTES; DUTRA, 2009).

Para a porção central, a baía Admiralty, os trabalhos geológicos e paleontológicos foram realizados por Birkenmajer (1980; 1981, 2001), Zastawniak (1981; 1994); Birkenmajer e Zastawniak (1986; 1989a; 1989b), Dutra (1989a); Stuchlik (1981), Boardman e Dutra (2005) e Cunha, Dutra e Cardoso (2008).

A idade das floras da ilha King George, apoiada nos dados radiométricos (BIRKENMAJER *et al.*, 1983a; 1983b; BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1986; SOLIANI JR.; BONHOMME, 1994), mostraram-se também similares às da Península Fildes (SOLIANI JR. *et al.* 1988, PANKHURST; SMELLIE, 1983; LI ZHAONAI *et al.*, 1989) e sugerem uma deposição ocorrida igualmente entre o Cretáceo Superior e o Mioceno Inferior (BIRKENMAJER, 2001). Dutra (2001; 2004) restringiu esta deposição e considerou que os níveis mais jovens com flora seriam representativos do Eoceno Médio. Mas Fontes (2008) e Fontes e Dutra (2009), ao revisarem as formas de Podocarpaceae nas tafofloras da ilha sugeriram a possibilidade de que algumas destas coníferas e *Nothofagus* poderiam ter se mantido até o Oligoceno Superior ou Mioceno Inferior, nos níveis de topo do Monte Wawel. Representariam formas relictuais, mesmo após a chegada dos climas frios (Figura 10).

A composição das floras (macro e microfósseis), conforme os trabalhos prévios realizados para a ilha King George atestam um domínio das angiospermas, seguidas de pteridófitas e coníferas (Figura 11). Entre as primeiras, a família Nothofagaceae é a que apresenta a maior participação e diversidade de espécies, representando 44% do total de ocorrências (Figura 12). A Figura 13 mostra a distribuição nas várias localidades da ilha King George.

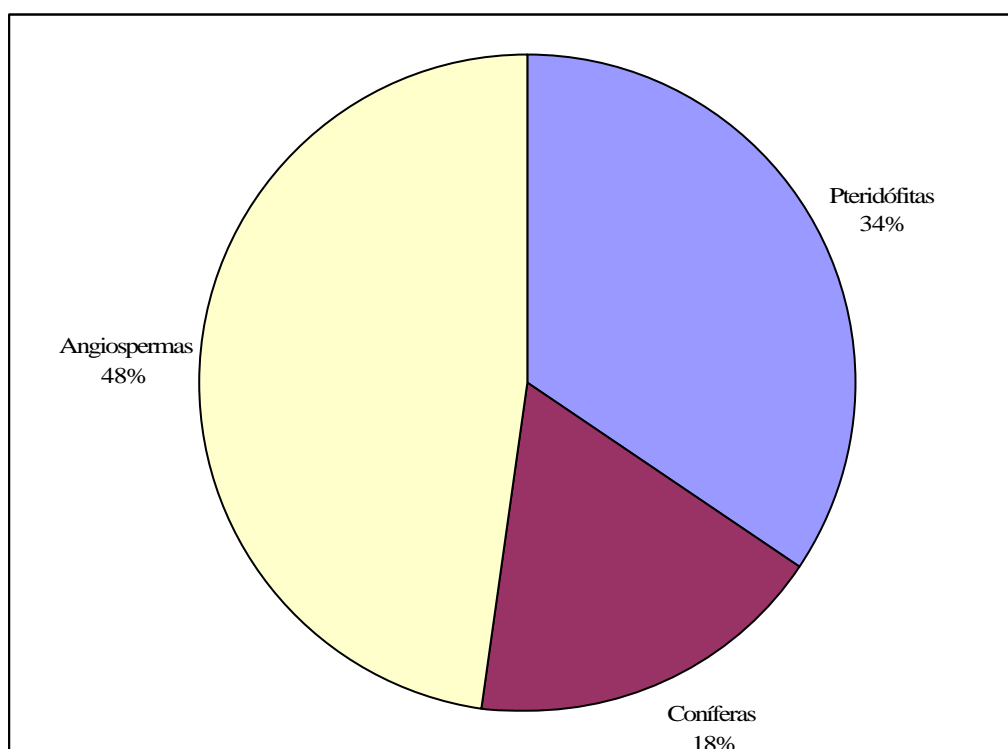


Figura 11 - Representatividade percentual dos grandes grupos de plantas registrados na ilha King George, a partir de dados compilados de Dutra (1997a), atualizados a partir de Hunt e Poole (2003); Dutra (2004); Cunha, Dutra e Cardoso (2008); Fontes (2008).

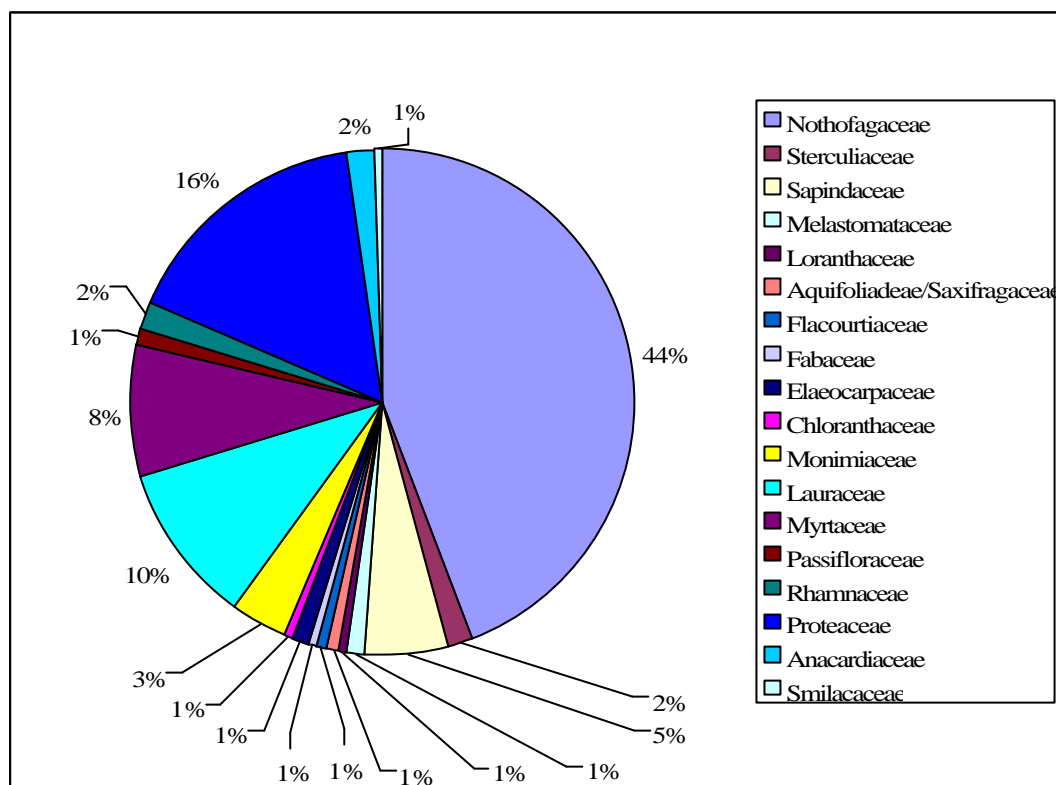


Figura 12 – Percentual de representatividade das famílias de angiospermas em níveis da ilha King George entre o Cretáceo Superior e o início do Neógeno (fonte dos dados como na figura 11).

1.3.2 Litoestratigrafia e registro paleoflorístico prévio da ilha Dufayel

A ilha Dufayel ($62^{\circ} 09' 59.4''$ S- $58^{\circ} 33' 29.5''$ W), de onde provém os restos de planta aqui abordados, é uma pequena ilha, de aproximadamente dois quilômetros de comprimento e cerca de 500 metros de largura, que emerge das águas da Enseada Ezcurra, no interior da baía Admiralty (Figura 7 e 17). Seu primeiro registro de ocorrência de restos de plantas foi feito por Bibby (1961), e comentado posteriormente, de modo breve, por Barton (1964, 1965), que atribuiu os níveis às “camadas da ilha Dufayel”.

Birkenmajer (1981) incluiu os níveis expostos na extremidade nordeste da ilha (107 m de espessura), e nos pontais Barrel e Pond Hill (150 m de espessura), na margem sudoeste da Enseada Ezcurra, no Grupo Dufayel Island (Figura 14). Representaria uma sucessão continental de caráter vulcânico e vulcanoclástico, separada por uma discordância angular das rochas metavulcânicas andesíticas dobradas e alteradas, da Formação Znosko Glacier, do Grupo Cardozo Cove, mais antigo (BIRKENMAJER; 2001 2003).

O Grupo Dufayel Island foi subdividido em duas formações, Gdynia Point e Dalmor

Bank. A primeira e mais basal seria composta por aglomerados e conglomerados *edgewise*¹ grossos a muito grossos que localmente passariam a arenitos tufáceos grossos (Figura 16).

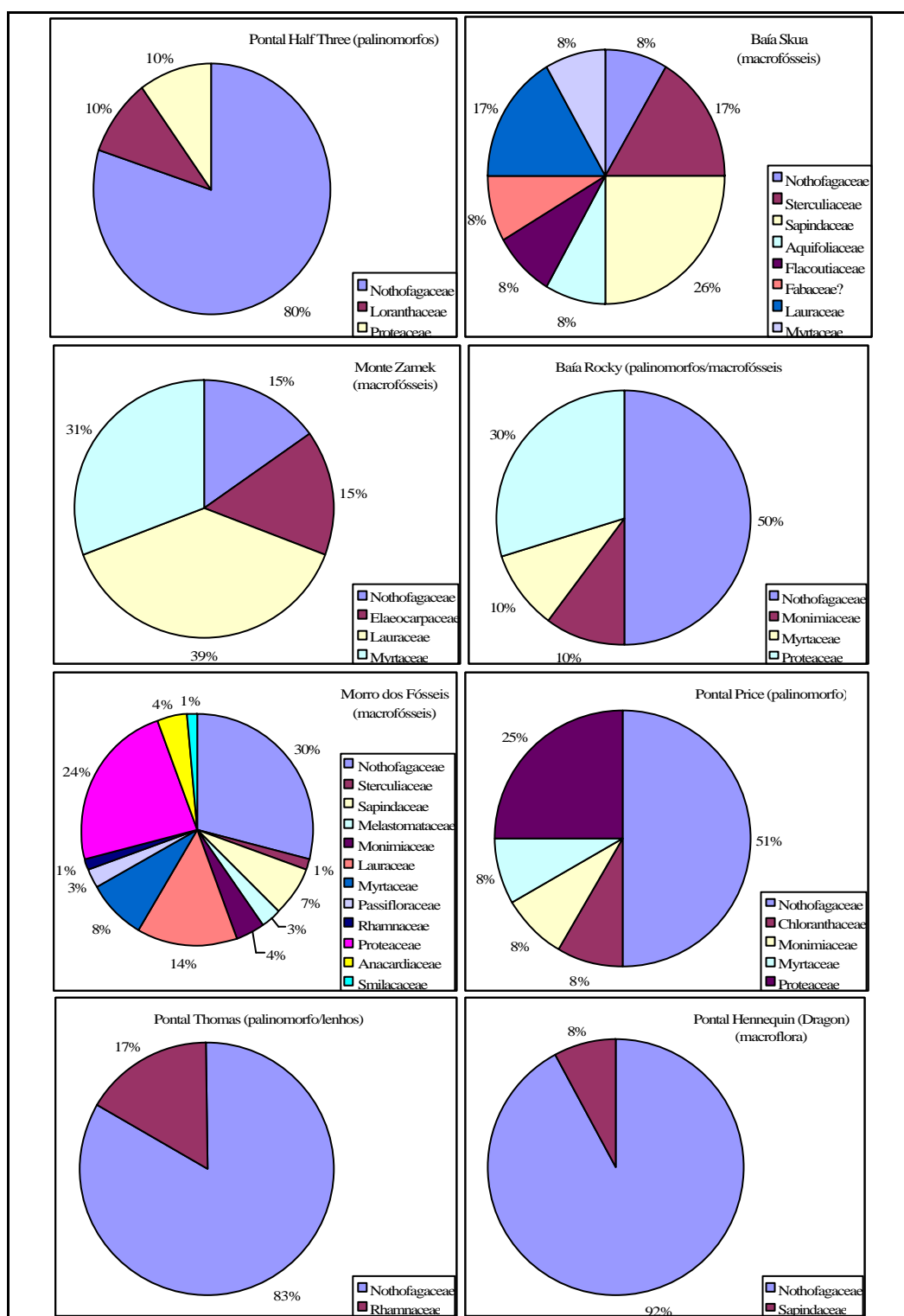


Figura 13 - Representatividade percentual das famílias de angiospermas já registradas para as principais localidades da ilha King George (compilado de DUTRA, 1997a).

¹ Rochas clásticas com alguma estratificação ou bandeamento e predomínio de fragmentos angulares, de origem principalmente vulcânica, melhor classificados e estratificados do que os aglomerados e representando uma transição entre as brechas de *debris-flow* e os depósitos retrabalhados pela água (BIRKENMAJER, 1981).

Os níveis com fósseis foram atribuídos à base da unidade sobrejacente, a Formação Dalmor Bank, composta por rochas tufáceas de cores verde claro a avermelhadas, com intercalações de aglomerados e conglomerados, com topo marcado por fluxos de lava basáltico-andesíticas (BIRKENMAJER, 1981).

Cinco sessões delgadas foram realizadas objetivando confirmar a gênese destas litologias, especialmente aquelas com restos fósseis e de alguns níveis relacionados. O exame das lâminas petrográficas atestou o domínio dos tufos líticos, formados por fragmentos de rochas basálticas e andesíticas, em matriz em geral composta por clorita e argila originadas da alteração das cinzas e vidros vulcânicos.

Os restos vegetais ocorrem em geral concentrados em poucos níveis, onde ocorrem sobrepostos e representados por tipos variados de folhas, mas de número pouco expressivo, exceto as formas de *Nothofagus*, que constituem o tipo mais abundante na tafoflora (Figura 14).

Os tufos mostram cores verde-acinzentadas, segundo Goddard *et al.* (1984), com fragmentos líticos de granulação fina (grãos entre 0,1 e 0,4 mm), arredondados a subarredondados e com acamadamento observável somente na microscopia ótica.

Apenas uma das amostras (AM-05) mostrou fragmentos líticos maiores, entre 5 mm e 0,2 mm, o que permitiu incluí-la entre os tufos lapilíticos. O caráter alterado do vidro e da cinza apóia uma origem vulcânica e a proximidade dos depósitos com o edifício vulcânico. Os restos vegetais carbonizados são exclusivos desta última amostra e ocorrem concentrados em camadas ou, mais raramente, como fragmentos dispersos na matriz (Figura 15).

As demais lâminas processadas mostraram o domínio dos depósitos de queda de cinza, em temperaturas menos elevadas e nas regiões mais distais aos condutos vulcânicos. Isto é apoiado pela presença de uma microestratificação plano-paralela, ausência de soldamento dos grãos e a boa seleção dos fragmentos (FISHER; SCHMINCKE, 1984).



Figura 14 - Impressões de folhas de *Nothofagus* dos níveis de tufos lapilíticos e aglomerados.

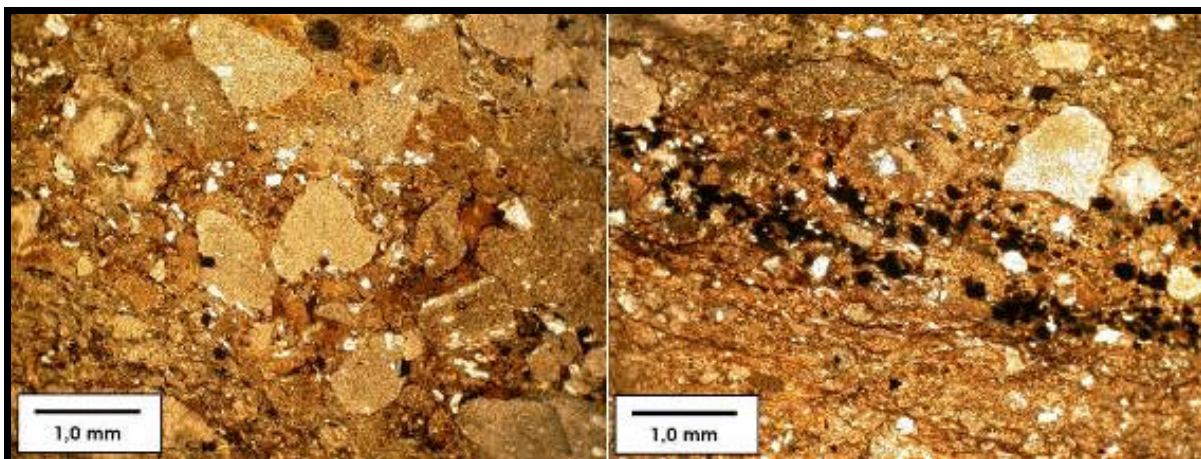


Figura 15 - Fotomicrografia da Amostra AM-05 em LN (luz natural): A. fragmentos líticos de tamanho lápili, arredondados a subarredondados; B. restos vegetais carbonizados, ora organizados em camadas, ora dispersos na matriz.

Até o momento as impressões de folhas são exclusivas das camadas expostas no extremo nordeste da ilha Dufayel (o pontal Gdynia, Figura 16), onde afloram em uma pequena saliência da encosta, entre 70 e 80 metros de altura. O intervalo fossilífero é constituído por tufos e tufos lapilíticos, com aproximadamente 4 m de espessura (Figura 17).

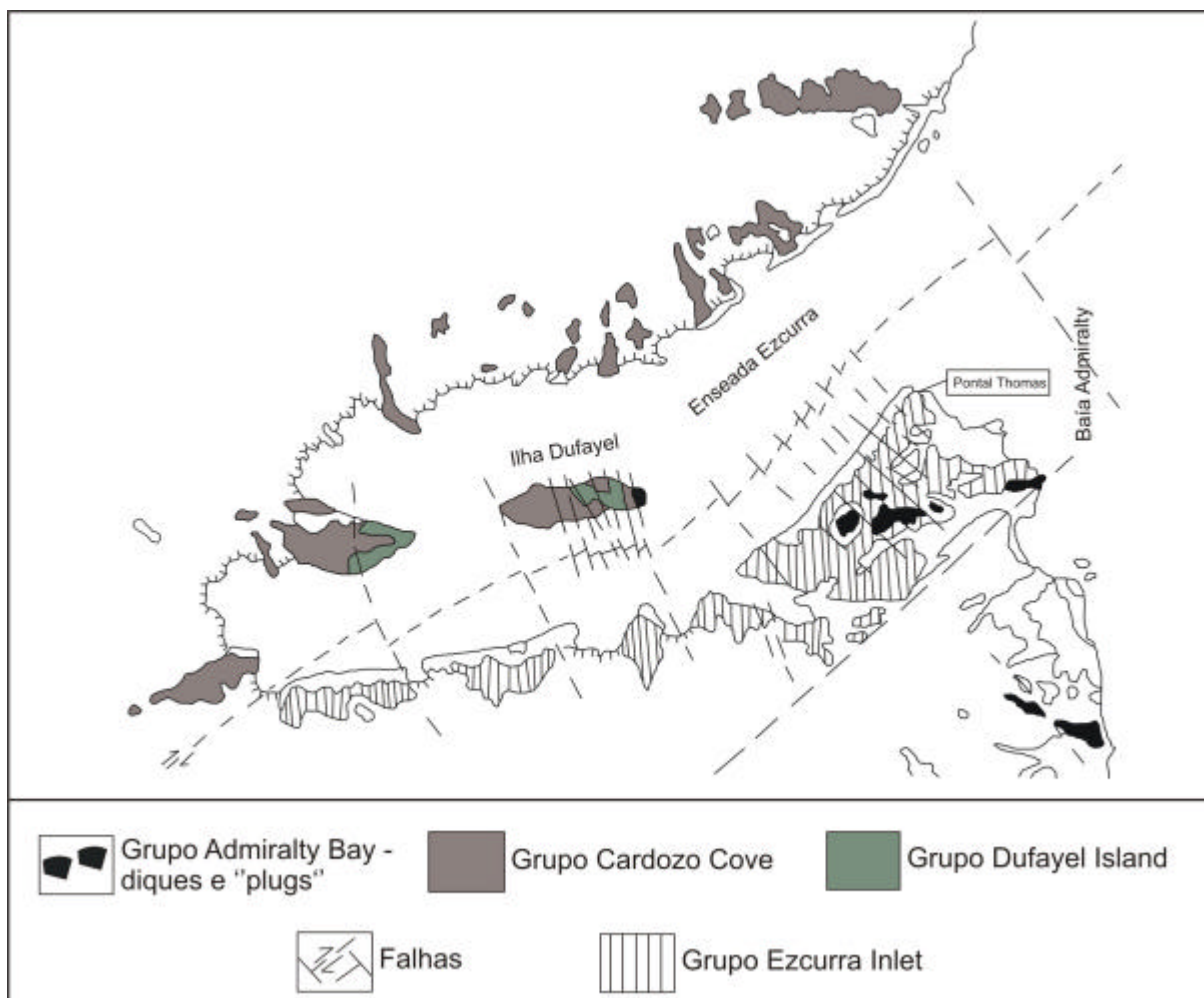


Figura 16 - Mapa geológico da Enseada Ezcurra e o posicionamento e relações litológicas da ilha Dufayel, baía Admiralty, ilha King George (modificado de BIRKENMAJER, 1980, 2001).

Uma idade K-Ar de 51.9 ± 1.5 Ma, correspondente ao Eoceno Inferior, foi obtida nas lavas basálticas que capeiam as camadas de tufos por Birkenmajer *et al.* (1983b) e uma mais antiga, de 56.8 ± 1.2 Ma, nos níveis de lavas subjacentes e separados dos tufos por uma discordância angular, correspondentes a Formação Znosko Glacier, do Grupo Cardozo Cove (Figura 18).

Kawashita e Soliani Jr. (1988), utilizando isótopos de Rb-Sr dataram as lavas da Formação Znosko Glacier subjacente e obtiveram uma idade de 60.4 ± 5.3 Ma, confirmando o Paleoceno para a deposição das lavas da parte inferior do Grupo Cardozo Cove. Finalmente, diques basálticos mais jovens (incluídos no Grupo Admiralty Bay) cortam a sucessão e se alinham com os falhamentos de direção NW-SE atribuídos aos movimentos transcorrentes da falha de Ezcurra (Figura. 8 e 16). As idades K-Ar obtidas variam entre 19.7 a 20 Ma (BIRKENMAJER *et al.*, 1985; 1986).



Figura 17 - Vista da Enseada Ezcurra e do extremo oriental da ilha Dufayel (Pontal Gdynia), e a localização dos níveis com fósseis (seta).

No que diz respeito aos restos de planta, sua preservação por força dos eventos vulcânicos próximos, é bastante precária e incompleta, um aspecto apontado desde os primeiros achados (BARTON, 1964). Foram inicialmente atribuídos ao Eoceno e Oligoceno por Barton (1964), depois restritos apenas ao Eoceno (ADIE, 1964) e finalmente, ao Cretáceo Superior, pelas mineralizações associadas (BARTON, 1965), com o que concordou Birkenmajer (1981) ao associá-los ao *horst* Barton, considerado por ele como o bloco que reuniria as litologias mais antigas da ilha.

Nas coletas realizadas por Birkenmajer e Zastawniak (1986), 49 fragmentos de rocha, com 72 impressões de folhas foram obtidas. Estudados preliminarmente demonstraram a presença dominante de *Nothofagus* e tipos laurofílicos de angiospermas, sapindáceas e Myrtaceae, tipos primitivos com folhas lobadas, e um fragmento de folha de uma provável monocotiledônea (Tabela 1). As gimnospermas estavam ausentes e as pteridófitas se restringiram a dois elementos. Para os autores o conjunto caracterizaria um clima temperado quente, com as formas decíduas de *Nothofagus* indicando a existência de uma estação mais fria ou um crescimento em áreas mais altas.

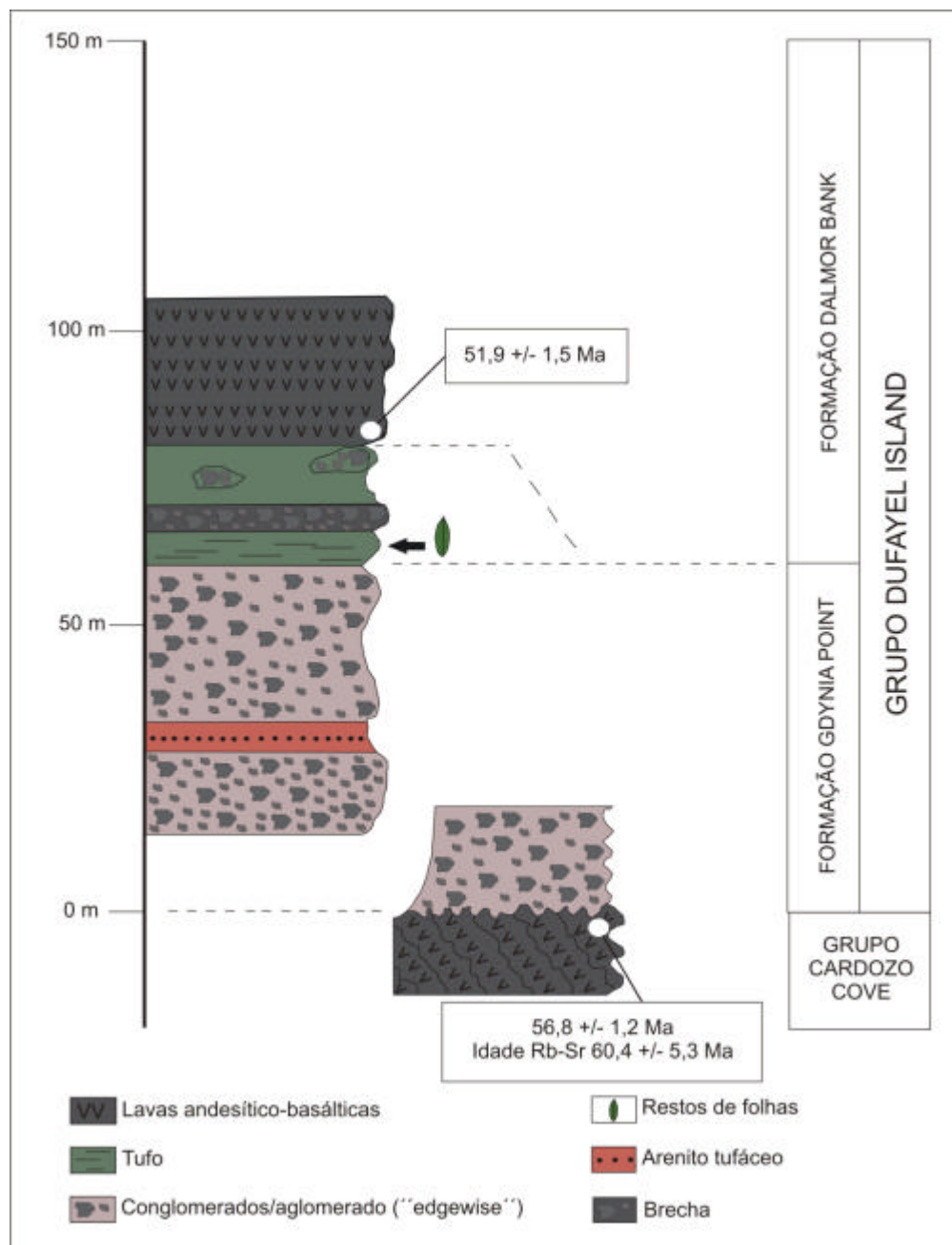


Figura 18 - Perfil vertical dos níveis com fósseis e lavas associadas do Grupo Dufayel Island, exposto no pontal Gdynia da ilha Dufayel e no interior da enseada Ezcurra (BIRKENMAJER, 1980; 2001; 2003). Idade K-Ar, a partir de Birkenmajer *et al.* (1983b), e Rb-Sr, segundo Kawashita e Soliani Jr. (1988).

Para os autores, o conjunto da flora da ilha Dufayel e as idades absolutas, igualmente permitiriam sua correlação com a flora identificada nas camadas do Paleoceno Superior ou Eoceno Inferior do Morro dos Fósseis (*Fossil Hill*), na Península Fildes (PANKHURST; SMELLIE, 1983; LI ZHAONAI; LIU XIAOHAN, 1991; LI HAOMIN, 1994) e aquelas presentes na ilha Seymour e nas bacias da América do Sul, de Chubut e Rio Negro (BERRY, 1925, 1938), e Coronel (ENGELHARDT, 1891).

Mais tarde, Birkenmajer e Zastawniak (1989b) propoeriam mais uma vez uma idade no

Cretáceo Superior ou Paleógeno Inferior, propondo que as idades obtidas pelo método K-Ar por Birkenmajer *et al.* (1983a) poderiam estar rejuvenescidas por eventos magmáticos posteriores e representar apenas os valores mínimos de idade para a deposição.

Tabela 1 - Lista de táxons figurados e discutidos preliminarmente para a tafoflora da ilha Dufayel, segundo Birkenmajer e Zastawniak (1986)

Família	Espécie
NOTHOFAGACEAE	<i>Nothofagus</i> sp. aff. <i>N. alessandri</i> Ruil.
RHAMNACEAE Juss.	<i>Dicotylophyllum</i> sp.
NOTHOFAGACEAE	<i>Nothofagus</i> sp.
DILLENACEAE Salisb. ou NOTHOFAGACEAE	<i>Tetracera patagonica</i> ou <i>Nothofagus</i> sp.
PROTEACEAE Juss.	<i>Phyllites</i> sp.
RHAMNACEAE (? VERBENACEAE J. St. Hil)	<i>Dicotylophyllum</i> sp. (? <i>Verbenaceae</i>)
DILLENACEAE	? <i>Tetracera patagonica</i>
MYRTACEAE	-x-
FABACEAE Lindl.	<i>Leguminosites</i>
SAPINDACEAE? Juss.	? <i>Dodonea</i>
COCHLOSPERMACEAE ?? Planch.	aff. <i>Cochlospermum</i>
MALVACEAE ? Juss (comp. PROTEACEAE)	? <i>Sterculia</i> L., comp. <i>Phyllites</i> sp.
-x-	“monocotyledonous remains”
LAURACEAE ? Juss.	“laurophyllous impression”
-x-	“part of frond ?”

A partir de novas coletas os restos de vegetais foram também abordados por Dutra (1997a), sem uma descrição formal. Um pequeno fragmento de ramo de *Araucaria* sp. e dois restos relacionados a *Equisetum* L. foram sugeridos como presentes, bem como restos de mirtáceas da seção Leptospermoideae (Tabela 2).

Tabela 2 - Lista das famílias/espécies citadas por Dutra (1997a, inédito) para a tafoflora da ilha Dufayel.

Família	Espécie
-x-	<i>Equisetum</i> sp.
PTERIDOPHYTA	-x-
-x-	aff. <i>Araucaria</i> sp.
NOTHOFAGACEAE	<i>Nothofagus cretaceae</i> Zastawniak 1994
NOTHOFAGACEAE	<i>Nothofagus zastawniakiae</i> Dutra sp.nov.
NOTHOFAGACEAE	<i>Nothofagus glaucifolia</i> Dutra sp.nov.
NOTHOFAGACEAE	<i>Nothofagus betulifolia</i> Dutra sp.nov.
MONIMIACEAE	<i>Monimiophyllum</i> sp.
MONIMIACEAE	<i>Monimiophyllum antarticum</i> Zastawniak 1990
ATHEROSPERMATAEAE R. Br.	aff. <i>Laurelia</i> spp.

Família	Espécie
? VERBENACEAE	-x-
SAPINDACEAE ?	? <i>Dodonea</i>
SAPINDACEAE	<i>Cupania latifolioides</i> Berry
PROTEACEAE	<i>Phyllites</i> sp.
RHAMNACEAE	<i>Dicotylophyllum</i> sp.
PROTEACEAE	aff. <i>Phyllites</i> sp.
ANACARDIACEAE	<i>Roophyllum nordenskjoldi</i> Dusén
RHAMNACEAE	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 1 Dutra sp. nov.
ANACARDIACEAE ? Lindl. (LAURACEAE ?)	aff. <i>Dicotylophyllum</i> sp. 8 Li Haomin
LAURACEAE	aff. <i>Cryptocarya</i> R. Br.
EUPHORBIACEAE Juss.	<i>Mallotus</i> Lour.
VITACEAE Juss.	<i>Cissus</i> sp.
LAURACEAE	<i>Laurophyllum</i> sp.
MYRTACEAE	aff. <i>Eugenia uruguayensis</i> var. <i>opaca</i> (O. Berg) D. Legrand
MYRTACEAE	<i>Myrtaceiphyllum</i> sp. aff. <i>Myrciaria</i> sp.
aff. MYRTACEAE	aff. <i>Eucalyptus</i> sp.
COCHLOSPERMACEAE	<i>Cochlospermum</i> sp.
MALVACEAE	<i>Sterculiaphyllum</i> sp.
? CYPERACEAE Juss.	? <i>Scirpites</i> Dusén
POACEAE (R. Br.) Barnh.	<i>Chusquea</i> Kunth.
aff. ELAEOCARPACEAE	aff. <i>Elaeocarpus</i> sp.

2 OBJETIVOS

No desenvolvimento deste estudo pretende-se:

- Contribuir com novos elementos para a caracterização taxonômica e composicional da taoflora identificada na porção média da sucessão vulcânica da ilha Dufayel, baía Admiralty, ilha King George, formada em um contexto geológico de antearco, buscando inclusive confirmar a presença de tipos com características da secção Leptospermoideae de Myrtaceae Juss., hoje restrita ao setor oriental do Hemisfério Sul;
- comparar os restos de planta presentes na ilha Dufayel, com aqueles presentes em outras floras da mesma ilha e da sub-bacia de James Ross, setor oriental da Península, e os presentes nas bacias austrais próximas, potencialmente contemporâneos, de modo a contribuir para o estabelecimento da idade da taoflora e sua coerência com os dados de idade isotópicos previamente propostos;
- através dos requisitos adaptativos modernos dos elementos presentes, propor a reconstituição das condições ambientais e climáticas em áreas setentrionais da Península durante o início do Cenozóico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Amostras Estudadas

O material de estudo provém dos níveis de tufos de diferentes colorações, que foram englobados por Birkenmajer e Zastawniak (1986) e Birkenmajer (2001) na Formação Dalmor Bank, Grupo Dufayel Island, aflorantes na encosta nordeste da ilha Dufayel. As coletas foram realizadas durante a expedição à Antártica no ano de 1984.

Foram analisadas 42 amostras com restos de plantas, restritos apenas a partes de folhas preservadas como impressões de parte e contraparte. No conjunto foram registradas e analisadas 142 impressões de folhas, atualmente depositadas no Museu de Paleontologia, secção Antártica, do Laboratório de História da Vida e da Terra (LaViGÆA), do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (PPGeo-UNISINOS), situado na Av. Unisinos, 950, 93022-000, São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil, sob a sigla ANTF 09.

Das amostras e morfotipos analisados, apenas 46 permitiram a proposição de afinidades taxonômicas. Este baixo índice de identificação é decorrente do caráter incompleto dos restos, onde faltam caracteres morfológicos, tais como, feições da margem foliar, ápice e base, e de seu registro em litologias que não permitem muito contraste e dificultam sua visualização. Em grande parte deles apenas as características da venação de primeira e segunda ordem são visíveis.

Cinco lâminas delgadas (sessões polidas) foram feitas nos níveis plantíferos buscando avaliar os aspectos tafonômicos e a natureza das litologias associadas.

3.2 Metodologia

As amostras foram limpas e as impressões representadas graficamente em estéreo microscópio Olympus, com câmara clara acoplada e com uso de paquímetro de precisão os exemplares foram a seguir medidos e observados quanto aos parâmetros de morfologia e arquitetura foliar.

Os desenhos foram digitalizados e redesenhados com uso do programa Corel Draw 14. As impressões foram fotografadas com câmera fotográfica digital Sony, com 6.4 Mpx de resolução.

3.2.1 Tratamento dos Restos de Folhas

As amostras foram analisadas quanto às feições morfológicas presentes nos restos foliares e a comparação com exemplares da flora fóssil previamente descrita para as bacias austrais e com floras modernas relacionadas, através do exame de excicatas (Herbário PACA – UNISINOS e Herbário-foliário do LaViGÆA, PPGeo) e obras de referência.

Para a inserção taxonômica dos restos fósseis, quando aplicável, são seguidas as grandes categorias propostas por Cronquist (1981) e pelo APG II (2003). Nas descrições foram utilizados os termos propostos por Hickey (1973; 1979) e Hickey e Wolfe (1975), compilados e posteriormente organizados no *Manual of Leaf Architecture*, de Wing *et al.* (1999).

Para Burnham (1989), classificar fósseis segundo as regras da nomenclatura binominal implicaria em aceitar todo o pacote do conceito biológico de espécie, discutível mesmo entre os biólogos. Partes isoladas, comum em plantas e vertebrados, a frequência de hibridizações nas plantas e a variação contínua dos caracteres, dificultam a determinação das espécies entre as plantas, o que se amplia no registro fóssil. Das características comuns às espécies biológicas estabelecidas por Mayr (1965) e Riedel (1978) restam ao paleontólogo, a morfologia e as prováveis relações filogenéticas.

Para Schopf (1982), “muitas espécies morfológicas no registro fóssil, não podem ser diferenciadas em espécies biológicas, pelo uso dos métodos normais da paleontologia”. Além disto, a espécie pode não ser o único sujeito do processo evolutivo (WILEY, 1978 *apud* BURNHAM, 1989; GOULD; ELDREDGE, 1977; STANLEY, 1979, 1982). Stanley (1979) demonstrou exaustivamente em sua obra, que os processos evolutivos não são exclusividade da espécie e Hill e Jordan (1993), trabalhando com flora moderna confirmaram que existem caracteres entre os gêneros e subgêneros, melhor visíveis no registro fóssil que aqueles inerentes ao nível da espécie (HILL; JORDAN, 1993).

Stubblefield e Taylor (1986) defendem que mesmo diante de estruturas reprodutivas, não há garantia de uma boa atribuição taxonômica e que somente o conhecimento do organismo

como um todo, pode contornar o fato de que os esquemas de classificação representam só um modo conveniente de tratar os restos fragmentados de plantas.

Uma das soluções para estes problemas data dos primórdios da paleobotânica (BRONGNIART, 1837 *apud* MEYEN, 1987) quando foi criado o conceito de *parataxa*, ainda hoje utilizado, notadamente com polens. Para Meyen (1987), no entanto, os *parataxa* teriam um caráter supragenérico nem sempre associados aos táxons modernos (*eutaxa*), embora concorde que ainda é a melhor maneira de tratar os restos pré-cenozóicos, com o que concorda Cleal (1986), ao defender o uso de morfogêneros e morfoespécies.

Estes procedimentos começaram a mudar paralelamente à identificação de um grande número de restos de folhas de angiospermas, em níveis do Cretáceo. Representativas de um momento de irradiação, os restos fósseis mostravam uma mescla de caracteres ou anatomias desconhecidas na flora moderna. Para Spicer (1986), as feições morfológicas presentes em um grupo emergente, só mais tarde e ao longo da evolução, serão distribuídas entre os vários táxons. Para tratá-los propôs então, a utilização dos *tipos morfológicos*, como já vinha sendo feito por alguns paleobotânicos, e criou uma sistemática paralela e alternativa. A maior vantagem desta metodologia, além de contemplar a mistura de características dos elementos primordiais, era poder ser utilizada em qualquer outro momento do registro, abrigando tipos híbridos e polipliódes, tão frequentes entre os vegetais modernos.

Com restos de folhas o emprego das características morfológicas ou “arquitetura foliar” na determinação de *parataxa* foi adotado independentemente por Mouton (1970), Hickey (1973), Dilcher (1974) e Takhtadjan (1991). Já Krassilov (1979), baseou-se prioritariamente no número e disposição da venação.

Por permitir o estabelecimento das relações filogenéticas com os grandes grupos modernos de plantas e sua expressão taxonômica, mostrou-se um valioso instrumento também para o estudo de folhas isoladas, evitando a maior parte dos problemas acima apontados, além de manter a utilidade dos fósseis na bioestratigrafia e o estabelecimento das relações com a flora moderna (HICKEY; WOLF, 1975). A potencialidade de permitir a percepção dos caracteres individualmente, avaliar sua variação no tempo e seu uso na obtenção de dados estatísticos do mesmo modo que nos métodos convencionais de determinação da espécie, tornavam esse enfoque igualmente válido (BURNHAM; SPICER, 1986).

O arranjo dos tipos foliares neste sistema seria independente de sua afinidade a um gênero, família, ordem ou subclasse, pretendendo apenas fornecer ao paleobotânico uma base comparativa entre seu material e aquele de outras comunidades modernas ou fósseis. Em 1991, Pole ampliou este sistema enfatizando também o desenvolvimento da lâmina e os padrões

formados pelos grupos de venação.

Na busca de modelos comparativos utilizáveis no registro, Krassilov (1977; 1979) e Crabtree (1987), selecionaram as características da venação e o caráter palmado, lobado ou inteiro das lâminas, e apresentaram uma lista de mais de dez tipos foliares especialmente importantes para o trabalho com as formas do Cretáceo.

Um exame da literatura desta última década mostra que a abordagem por complexos morfológicos já havia sido utilizada de algum modo e foi, a partir daí, plenamente aceita, principalmente entre aqueles que trabalhavam com angiospermas do Cretáceo Superior e Paleoceno do Hemisfério Norte (DOYLE, 1969, WOLFE, 1972; DOYLE; HICKEY, 1976; HICKEY; DOYLE, 1977; RETALLACK; DILCHER, 1981; HICKEY, 1984; SPICER, 1986). Mais recentemente, tem sido igualmente empregada na revisão das floras fósseis austrais que haviam sido atribuídas a tipos setentrionais nos primeiros trabalhos realizados pelos europeus, ou a partir de material muito fragmentado (CANTRILL; NICHOLS, 1996; DUTRA, 2004; WILF *et al.*, 2005; CÚNEO; GANDOLFO, 2005).

Zastawniak (1985; 1990) e Case (1988), foram pioneiras no uso dos morfotipos e agrupamentos morfológicos com folhas do Cretáceo Superior, respectivamente, das ilhas King George e Seymour.

É esta metodologia que será adotada no presente estudo, sempre que faltarem caracteres mais precisos à atribuição taxonômica, uma condição comum para os restos da ilha Dufayel, reunindo-os em “grupos morfológicos” (laurofílicos, sapindofílicos, protofílicos, etc.), o que será adotado também, de modo a uniformizar os dados, com as formas previamente descritas.

Além disto, este enfoque permite o tratamento estatístico posterior e a avaliação da diversidade, útil para a análise das paleocomunidades (HILL, 1984; BURNHAM; SPICER, 1986; GREENWOOD, 1992; 1994).

Um procedimento também comum quando a atribuição sistemática mais precisa é impossível, é a designação dos morfotipos a uma denominação ampla, como por exemplo, *Dicotylophyllum* Saporta, considerado como incluída em Dicotyledoneae por Hickey e Doyle (1977), ou a Magnoliopsida, por Upchurch e Dilcher (1990) e Upchurch, Crane e Drinnan (1994). Inicialmente empregada para designar pequenas folhas do Cretáceo de Portugal, atualmente tem sido amplamente utilizada para formas e padrões foliares de angiospermas, junto com uma atribuição que remeta à forma genérica moderna relacionada, seguida da terminação *phyllum*, como, por exemplo, em *Sterculiaephyllum* (CANTRILL; NICHOLS, 1996). Como algumas das formas aqui analisadas, não puderam ser associadas com confiança mesmo a gêneros modernos, optou-se pela primeira alternativa.

Apenas a título de complementação, existem ainda em uso propostas mais abertas, que utilizam *parataxa* não lineanos expressos por um nome codificado. Pole (1994) descreve características morfológicas e propõe afinidades para restos fósseis, utilizando-se de um prefixo para nominá-lo que pode ser o nome da unidade de onde provêm os fósseis, seguido de um número, como por exemplo, MANU-10. Este paratáxon reuniria as formas broquidódromas do Grupo Manuherikia, do Mioceno Inferior da Nova Zelândia, com folhas semelhantes à *Ripogonum* J.R.Forst. & G.Forst, uma Smilacaceae Vent. Segundo o autor são espécies sem gêneros, vantajosas quando não existem elementos para uma atribuição formal.

4 RESULTADOS

4.1 Sistemática Paleobotânica

4.1.1 Morfotipos Laurofilicos

Dicotylophyllum sp. 1
(Figura 19)

Afinidade: *Cryptocarya densiflora* Bl. (Lauraceae)

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-12bA), proveniente do nível cinza esverdeado (5G 5/2)

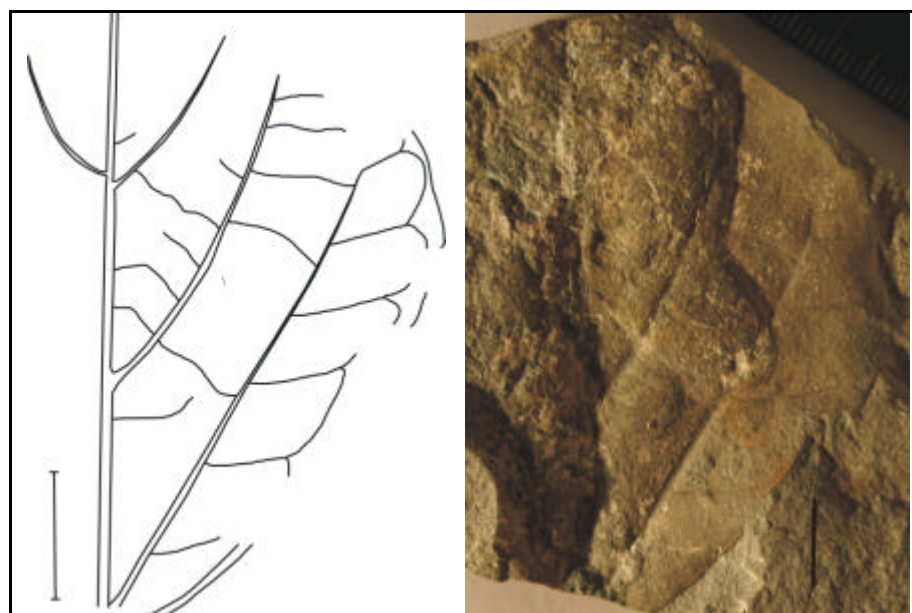


Figura 19 – *Dicotylophyllum* sp. 1, aff. *Cryptocarya densiflora* Bl (ANTF 09-12bA) Escala = 1 cm.

Descrição: Fragmento de folha, onde faltam o ápice e a base, de margem inteira e espessa, forma obovada, microfílica (66 mm de comprimento e largura de 34 mm largura na porção preservada). Venação primária aparentemente actinodrômica suprabasal, com primária destacada (1,2 mm de espessura) e reta, com pelo menos 3 pares de veias secundárias (0,5 mm de espessura) regularmente espaçadas (actinodrômica), divergindo da primária em

ângulos agudos e com porções exmediais não preservadas. As secundárias basais são de curso igualmente reto e divergem na, ou próximo da margem basal da folha, em ângulos agudos (triplinérvia?), alcançando dois terços do comprimento da lâmina e são dotadas de pelo menos seis alças broquidódromas externas. As secundárias mais superiores divergem em ângulos agudos mais amplos e curvam em direção ao ápice. As de terceira ordem são percorrentes alternas, divergindo em ângulos retos da secundária, com cursos variáveis entre convexos e retos. Venação de ordem mais alta ausente.

Discussão: Folhas com características similares as aqui vistas são comuns a muitas famílias de angiospermas, especialmente pela origem comum e próxima à base da venação de primeira e segunda ordem, e a presença de alças broquidódromas preferencialmente associadas às secundárias basais. Estes aspectos estão presentes, por exemplo, nas Lauraceae, Anacardiaceae e Euphorbiaceae. Mas, as duas últimas famílias costumam ter dentes bem marcados na margem, o que as afasta da forma fóssil aqui figurada.

Outra afinidade possível, com as Elaeocarpaceae, não se confirma igualmente porque nos representantes desta família as secundárias basais são menos desenvolvidas, não ultrapassando o terço inferior da folha, além de serem mais regularmente espaçadas.

Assim, é aqui proposta uma afinidade maior dos restos com as Lauraceae, apoiada na presença de margens lisas e venação broquidódroma bem desenvolvida. Entre estas, o morfotipo examinado se aproxima das formas do gênero *Cryptocarya* R. Brown, pela folha ampla e ovada, bordos lisos e levemente ondulados e a presença característica de um par de veias secundárias basais fortes dotadas de alças broquidódromas, simulando um caráter triplinérvio à porção basal da folha (*simple agrophic* sensu WING *et al.*, 1999). Alguma relação ainda poderia ser proposta com o gênero *Neolitsea* Benth., apesar da presença neste gênero de terciárias perpendiculares em relação à primária, aqui ausentes. Esta relação se dá especialmente com *N. australiensis* Kosterm, que compartilha muitos aspectos morfológicos comuns (BOTANIC GARDENS TRUST, 2009).

Maiores relações são de difícil estabelecimento, pelo caráter incompleto do material.

No registro fóssil prévio os caracteres presentes aproximam o exemplar de *Cryptocaryoides maria-santisimensis* Berry (1937a), do Paleoceno-?Eoceno da Patagônia. Esta espécie difere, contudo, na presença de secundárias camptódromas.

Formas de Lauraceae e o próprio gênero *Cryptocarya* iniciam seu registro em áreas da América do Sul no Paleógeno, estendendo-se desde a Patagônia até a Venezuela. Além deste gênero ainda foram reconhecidos *Acroclidium* Nees., *Nectandra* Rol. ex Rottb., *Persea*

Mill., *Phoebe* Ness., *Ocotea* Aubl. e *Notophoebe* Berry (ROMERO, 1986). No Eoceno do Chile são abundantes e associadas a táxons indicativos de clima quente e úmido (Caleta Cocholgue, VIII região), o que concede à paleoflora um caráter neotropical (GAYÓ; HINOJOSA; VILAGRAN, 2005). Estas inferências têm apoio também no achado de duas formas de Lauraceae no Paleógeno da XI região, ainda mais ao sul do Chile (TRONCOSO *et al.*, 2002).

Na Península Antártica a análise prévia do material da ilha Dufayel (Tabelas 1 e 2) mostra que muitos restos de morfologia laurofílica também já haviam sido identificados, com venação camptódroma (BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1986), e broquidódroma (DUTRA, 1997a). Para Wolfe (1977) e Christophel e Rowett (1996) as folhas na família podem variar grandemente, desde veias acrodrômica, broquidódroma, até camptodrômicas. Também restos de lenhos de prováveis afinidades com as Lauraceae foram descritos para a ilha Seymour, com a espécie *Sassafrasoxylon gottwaldii* Poole, Richter e Francis 2000, para níveis do Cretáceo Superior (Santoniano-Maastrichiano).

As ocorrências em áreas da Austrália e Nova Zelândia são igualmente abundantes e iniciam no Paleoceno. Numerosos registros de folhas e cutículas sugerem que neste local, a família teve uma longa história (VADALA; GREENWOOD, 2001). A presença significativa de *Cinnamomum* Engelhardt, fez a flora australiana ser conhecida como “flora de *Cinnamomum*” (HILL, 1986).

Carpenter *et al.* (2004) e Carpenter, Jordann e Hill (2007), identificaram formas com epidermes preservadas no Monte Hotham, em Victoria, Austrália, com afinidade com o gênero *Cryptocarya*. A paleovegetação indica uma área relativamente elevada e de climas úmidos, com fetos (Gleicheniaceae e fetos arborescentes), coníferas Podocarpaceae e Araucariaceae, e angiospermas variadas, onde as Lauraceae (*Cryptocarya*, *Ediandra* R.Br. Fl., *Litsea* Mez.), Casuarinaceae, Cunoniaceae e Proteaceae são os elementos mais comuns e *Nothofagus* raro.

Cryptocarya é registrado igualmente para a Tasmânia na mesma época, junto com outras formas de lauráceas dotadas de dentes marginais (*Bandulskaiia aestuaria* Carpenter, Jordan & Hill 2007), associadas a ambientes de mangue e à *Cycas*, indicando adaptações pretéritas distintas (HILL; SCRIVEN, 1995; CARPENTER; JORDAN; HILL, 2007).

Entre as formas descritas por Pole (1994) para a Formação Taratu, do Eoceno Inferior e Médio de Livingstone, Nova Zelândia, duas formas se associam a este mesmo gênero e mostram grande similaridade com o fóssil da ilha Dufayel, *Cryptocarya* sp. e *C. murrayi* F.Muell, na presença de veias secundárias basilaminares broquidódromas. Diferem apenas

levemente na forma mais elíptica da lâmina.

As lauráceas se manterão bem representadas no setor oriental do Hemisfério Sul até o Mioceno e sua presença em áreas do sul da Nova Zelândia sugestiva de temperaturas mais quentes que as atualmente registradas para a mesma latitude (POLE, 1993a; POLE, 1996).

Holden (1982) registrou sua ocorrência e de várias espécies de *Cryptocarya* para o Mioceno Médio e Superior da Nova Zelândia (*Cryptocarya longfordiensis*, ?*C. murchisonensis*, ?*C. bulleriana*, com venação secundária acrodômica e ?*C. tutakiae*, a forma mais similar igualmente pela presença das alças basais broquidódromas). A composição em Lauraceae e a abundância de *Nothofagus* caracterizariam a paleoflora de Longford, estudada por ele. Ao analisar a assembléia do Mioceno Inferior do Grupo Manuherikia na Nova Zelândia, Pole (1993a) agrupou as formas descritas por Holden (1982) alterando sua designação genérica original para *Laurophyllum longfordiensis* (Holden) Pole (Parataxon MANU-1; Fig. 2, 3, 6). A diagnose deste táxon, no entanto, aponta caracteres diferentes do das aqui descritas, como uma primária acrodômica e secundárias eucamptódromas.

Mais recentemente, outras 25 formas de Lauraceae foram identificadas em níveis desta mesma idade, algumas representadas por cutículas, com *Cryptocarya* sp., *Beilschmiedia* Nees; *Endiandra* R. Br. e *Litsea* Lam (POLE, 2007). O clima sugerido para este momento no sul da Nova Zelândia seria úmido e a deposição ligada a sistemas deltáicos e carvão.

Entre o Oligoceno Superior e o Mioceno Inferior a família foi também registrada mais ao norte, em ambientes lacustres da Tailândia (PHANWONG; SAWANGCHOTE; GROTEB 2004), por duas formas relacionadas com *Neolitsea brassii* C.K.Allen e *Cryptocarya grandis* B.Hyland. Mais uma vez estão presentes as alças broquidódromas características do par basal de veias secundárias.

O conjunto de ocorrências demonstra que as Lauraceae e o gênero *Cryptocarya* possuíam uma ampla distribuição pretérita, bi-hemisférica e que se estendia até as altas latitudes do sul, desde o Cretáceo Superior, e mantido por boa parte do Cenozóico (DRINNAN *et al.*, 1990; UPCHURCH; DILCHER, 1990; EKLUND; KVACEK, 1998; FRUMIN; EKLUND; FRIIS, 2004).

Para Raven e Axelrod (1974), a família teria surgido no Gondwana Ocidental, mais especificamente na América do Sul, provavelmente durante o Cenomaniano (ANDERSON; VAN WYK, 1999). Hyland (1989) havia proposto, no entanto, um centro de diversidade na Australásia pelo grande número de espécies aí presentes modernamente (115) e a forte representação de clados “basais” (ROHWER, 2000; CHANDERBALI; VAN DER WERFF; RENNER, 2001).

Entre os tipos modernos *Cryptocarya* e a espécie *C. densiflora* Bl. 1825 são as formas mais próximas ao fóssil aqui descrito, pela presença das secundárias destacadas, com as veias basais dotadas de alças externas, e o caracter triplinérvio (?) suposto na folha fóssil preservada. *C. densiflora* cresce hoje na Malásia, seu centro de diversidade, na Nova Guiné e no norte da Austrália, desde os ambientes costeiros até as altas encostas (KOSTERMANS, 1937; LAIDLAW *et al.*, 2007; LI XIWEN *et al.*, 2008).

Tanto as Lauraceae, como *Cryptocarya*, possuem hoje uma distribuição pantropical (ROHWER, 1993), com preferência pelas planícies elevadas e as florestas úmidas, mas podem se estender até as zonas subtropicais e temperadas (KOSTERMANS, 1937; VATTIMO-GIL, 1966; RAVEN; AXELROD, 1974; METCALFE, 1987; ROHWER, 1993; VAN DER WERFF; RICHTER, 1996; SOUZA; LORENZI, 2005; SOBRAL *et al.*, 2006; HEYWOOD *et al.* 2007). No Chile, *C. alba* Mol. Looser, o “peumo”, vive em áreas altas e úmidas da Cordilheira da Costa. Possui folhas amplas e de venação broquidódroma semelhantes às aqui descritas, e veias terciárias, fracas e pouco evidentes (CELIS-DIEZ; BUSTAMANTE, 2005).

Na Austrália, *C. glaucescens* R. Br. cresce em florestas úmidas de lugares frios. Possui folhas mais ovadas, estreitas e com veias mais regulares que o morfotipo aqui descrito. Já *C. foetida* R.T.Baker vive em ambientes costeiros do sul da Austrália e mostra muita afinidade com a forma fóssil da ilha Dufayel, nos caracteres morfológicos e venação principal bem marcada.

No Brasil a família é representada por 22 gêneros que habitam as florestas pluviais (Mata Atlântica), o Cerrado e as áreas de restinga, sendo uma das famílias de maior destaque na composição florística dos ecossistemas florestais (VATTIMO-GIL, 1979; LORENZI, 1998; BARROSO *et al.* 2002; BAITELLO, 2003; SOUZA; LORENZI, 2005; SOBRAL *et al.*, 2006). *Cryptocarya aschersoniana* Mez, se desenvolve na floresta com Araucária e do Alto Uruguai, sob clima e solos úmidos e em torno das planícies aluviais, ao longo do litoral brasileiro e na Argentina (TRESSENS, 1997). Suas folhas são, no entanto, mais alongadas e as secundárias basais não mostram alças broquidódromas.

Dicotylophyllum sp. 2
(Figura 20)

Afinidade : *Roophyllum nordenskjoeldi* Dusén 1899, forma fóssil descrita para as bacias da Patagônia por Dusén (1899) e Berry (1932)

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-22a – contraparte), proveniente dos níveis cinza esverdeados (5G 5/2)

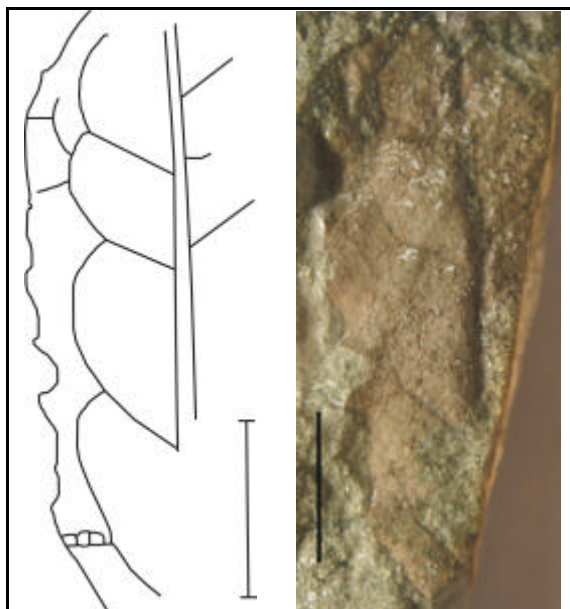


Figura 20 – *Dicotylophyllum* sp. 2, aff. *Roophyllum nordenskjöldi* Dusén (ANTF 09-22a – contraparte) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha incompleta, aparentemente elíptica e microfílica (35 mm comprimento e 26 mm de largura na porção preservada). Ápice e base não preservados. Margem parcialmente preservada, de contornos irregulares, permitindo supor a presença de dentes. Primária pinada, fortemente destacada (1,2 mm de espessura) e reta, com pelo menos quatro pares de secundárias alternas que divergem da primária em ângulos agudos amplos, curvando superiormente e bifurcando. Um de seus ramos dirige-se para cima indo encontrar a veia secundária suprajacente e o outro inflete em direção a margem ou forma novos arcos de menor tamanho, de onde por sua vez, parte uma veia de menor calibre que chega até o bordo (ou dente), num padrão semicraspedódromo. Intersecundárias presentes. Venação de ordem mais alta ausente.

Discussão: O morfotipo descrito, nos caracteres preservados mostra grande identidade com muitas formas identificadas para níveis do Eoceno das bacias da Patagônia (Punta Arenas, Rio das Minas, Chubut), descritos Dusén (1899) e Berry (1932) como *Rhoophyllum nordenskjöldi*, associado à Anacardiaceae. Esta afinidade se manifesta na presença de veias secundárias broquidódromas que dão lugar a arcos menores na parte marginal da folha e pela presença de poucos dentes cc/cc, apenas sugeridos no fóssil estudado, por irregularidade na

margem

A presença desta espécie na ilha King George havia sido apontada pioneiramente para os níveis do Pontal Hennequin, na baía Admiralty por Zastawniak (1981). Posteriormente, estudando os níveis do Paleoceno Superior do Morro dos Fósseis, na Península Fildes, Czajkowski e Rösler (1986) identificaram impressões cujas características gerais e padrão craspedódromo lembra a forma descrita por Dusén (1899), mas com as veias de ordem mais alta bem preservada e com padrão reticulado ortogonal. Os raros dentes *spinose*, mais visíveis, mostram a chegada de um ramo das secundárias. Os autores associaram este morfotipo a ?*Rhoophyllum* (Est. III, figs. 17 e 18) e apontaram como diferenças da forma da Patagônia, a forma geral e da base e a margem denteada.

Li Haomin e Shen Yanbin (1990) e Li Haomin (1992, 1994), estudando os mesmos níveis e impressões de morfologia compatível, mas a partir de material mais completo, associaram os restos definitivamente a *Roophyllum nordenskjoldi* (Plate 4, figs. 1 e 2, Fig. Texto, 5a e 5b), sem referir, contudo, no conjunto de parátipos, a forma de Czajkowski e Rösler (1986). O maior número de exemplares e a mais completa preservação permitiram estabelecer os caracteres que definem estas formas, tais como o padrão semicraspedódromo da venação, os dentes agudos, a presença de intersecundárias e a venação terciária percorrente ortogonal. Embora a falta de alguns destes caracteres nas amostras de Dufayel, aqueles presentes mostram total identidade com esta morfoespécie.

No mesmo ano e para este mesmo local, Torres (1990) cita semelhanças de uma das formas estudadas e atribuída a *Dicotylophyllum* sp., com *Roophyllum*, atribuindo os níveis ao Eoceno Inferior.

Dutra (1997a), de modo informal, sugeriu pela primeira vez a presença de *R. nordenskjoldi* para a ilha Dufayel e, mais tarde, também para os níveis de Smok (Monte Wawel), ambos na baía Admiralty e atribuiu estas sucessões ao Paleoceno Superior e/ou Eoceno Inferior (DUTRA, 2004, Fig. 8 e 9.5).

Além da forma já apontada para o sul da América, Berry (1937b) e Romero (1986) ainda citam *R. nordenskjoldi* para níveis do Eoceno de Cañadon Hondo, e para o Eoceno de Rio Turbio. Em níveis de mesma idade de Estância Primavera (BERRY, 1937c; FRENGUELLI, 1941) e no Oligoceno de Rio Guillermo (ROMERO, 1978), foi ainda identificado *R. serratum* Dusén.

Pole (1997, Fig. 26A-B), analisando morfotipos presentes no Paleoceno de Kakahu na Nova Zelândia, aponta uma forma de folhas alongadas e veias secundárias broquidódromas, TARA 47, que compartilha caracteres com a forma aqui vista.

Em algumas paleoassembléias conhecidas, tipos com caracteres similares aos aqui vistos foram associados às Elaeocarpaceae. Para o Monte Zamek, na ilha King George, a forma *Dicotylophyllum* sp. 10 é associada a esta família (ZASTAWNIAK, 1994, Fig. 8:9). A comparação é dificultada, contudo, pelo caráter fragmentado de ambas as formas, mas as veias secundárias irregularmente espaçadas aludidas e figuradas pela autora, não estão aqui presentes. Também a bifurcação exmedial das secundárias em dois ramos e sem formar alças, não é comparável e não é comum em Elaeocarpaceae modernas. Zastawniak (1994) ainda incluiu neste morfotipo a forma *Phyllites* sp. 8 (Plate 2:12) de Dusén (1908), da ilha Seymour, mas afirma que teria margens denteadas, um caráter não preservado no seu exemplar e de modo geral ausente na forma de Dufayel.

Dicotylophyllum sp. 3
(Figura 21)

Afinidade: cf. *Cassia argentinensis* Berry 1925

Material: impressão de folha (amostras ANTF 09-30bB, ANTF 09-35bA, ANTF 09-15bC, provenientes do nível cinza esverdeado escuro - 5G 4/1)



Figura 21 – *Dicotylophyllum* sp. 3, aff. cf. *Cassia argentinensis* Berry (ANTF 09-35bA) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha incompleta, oval a ovada, microfílica (26 mm de comprimento e 17 mm de largura na porção preservada), ápice e base não preservados. A margem é inteira e ondulada. Veia primária pinada, destacada (0,5 mm de espessura), de curso sinuoso. As secundárias são

pinadas alternas a subopostas, de curso igualmente sinuoso e irregular, divergindo da primária em ângulos variáveis, agudos ou quase retos na porção basal da folha. Sua porção distal encontra, aparentemente, uma veia secundária intramarginal forte, que acompanha a margem da folha, dotada por sua vez de inúmeras pequenas ramificações externas e paralelas, dispostas ortogonalmente à margem. Intersecundárias fracamente visíveis, mas presentes. Uma única veia terciária percorrente é visível. Venação de ordem mais alta ausente.

Discussão: As condições muito incompletas do morfotipo descrito dificultam sua inserção taxonômica. Contudo, um conjunto de aspectos aqui presentes tem sido encontrado em muitas formas descritas para a localidade do Morro dos Fósseis, na Península Fildes, ora associadas a cf. *Cassia argentinensis*, como fez Troncoso (1986), ora a *Roophyllum nordenskjoldi* (CZAJKOWSKI; RÖSLER, 1986; LI HAOMIN; SHEN YANBIN, 1990; LI HAOMIN, 1994).

A primeira forma foi identificada inicialmente para níveis do Terciário do sul da América (ROMERO, 1986), e descrita a partir de materiais de Punta Renas, Rio das Minas (DUSÉN, 1899) e Chubut (BERRY, 1932). Contudo, embora em pequeno número e nem sempre preservados de modo visível, são apontados dentes marginais para estas formas, um caráter aparentemente ausente na forma aqui descrita. Na representação apresentada por Czajkowski e Rösler (1986, Est. 3, Fig. 17), apenas um dente é visível no terço superior da folha e na representação fotográfica que acompanha a diagnose de Li Haomin (1994, Est. 4, Figs. 1 e 2), não são visíveis. Este último autor, contudo, quando apresenta a representação gráfica da espécie (fig. 5, anexa ao texto), mostra este caráter para o setor mais apical da margem foliar. Assim, o estabelecimento de afinidades mais precisas para o material proveniente da ilha Dufayel é difícil.

Folhas simples, de margem inteira, com venação pinada e secundárias broquidódromas, tendendo a formar uma veia intramarginal são comuns em muitos grupos de angiospermas, sendo em geral englobadas entre as Magnoliídeas e, mais especificamente entre as Laurales. Mas não são caracteres exclusivos deste grupo de angiospermas e podem ser encontrados em outras ordens e famílias.

Também entre as Rosidea, onde a presença de margens denteadas é um caráter frequente, não é universal, do que podem constituir exemplo as Anacardiaceae.

Dicotylophyllum sp. 4
(Figura 22)

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-29bA, ANTF 09bA), provenientes do nível cinza esverdeado escuro (5G 4/1)

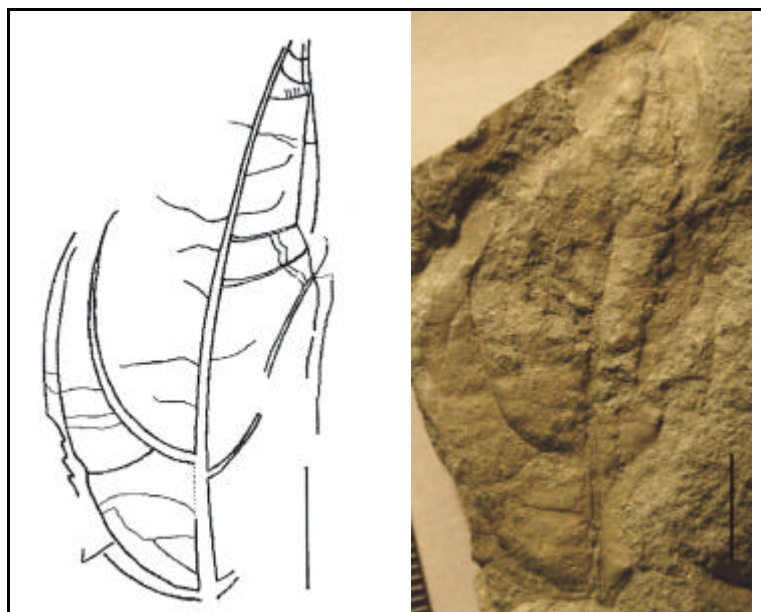


Figura 22 – *Dicotylophyllum* sp. 4 (ANTF 09-29bA) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha incompleta, aparentemente ovada a elíptica, ápice fortemente afilado e microflica (50 mm de comprimento e 24 mm de largura na porção preservada). Base arredondada, ápice ausente. Margem inteira na porção preservada. Primária pinada, destacada e com suave curvatura. As secundárias divergem em ângulos quase retos, com as veias basais, com ângulos mais fechados de diversificação, curvando fortemente para cima e ramificando na porção média de seu curso, em uma ou mais veias de menor calibre, que se unem em uma secundária intramarginal, num padrão broquidódromo a eucamptódromo, de difícil determinação dada a pouca preservação das áreas marginais e da venação de ordem mais alta. As secundárias mais superiores se conectam entre si por veias de menor calibre que alcançam e compõem a intramarginal. Ramificações externas partem daí e alcançam a margem, mas são fracamente preservadas. Intersecundárias presentes. Venação terciária pouco organizada, percorrente oposta, eventualmente formando alças.

Discussão: O caráter incompleto do exemplar preservado impede o estabelecimento de uma afinidade genérica e apenas permite propor algumas afinidades familiares.

Este mesmo morfotipo havia sido abordado por Dutra (1997a; 2004) e proposto como laurofílico, com provável afinidade com as Rhamnaceae. Esta afinidade, a partir da descrição mais detalhada aqui feita não se sustenta, já que faltam em geral aqui os dentes característicos dos membros desta família (embora com exceções), bem como a típica venação secundária acródroma suprabasal.

Dutra (1989a) figura outra forma para o Pontal Block, na baía Admiralty, de características similares no caráter camptodrômico da venação e ápice afilado, que atribuiu a *Phyllites* sp. (Fig. 5:4 e 8:5), e comparou com formas identificadas na Patagônia por Berry (1938), para o Rio Pichileufú, Frenguelli (1953), no Rio Chalia e Hünicken (1966), em Rio Turbio, todas atualmente consideradas como do Eoceno Inferior.

Entre os elementos previamente descritos para as regiões austrais este é um morfotipo raro. O que talvez mais se assemelhe, pelo caráter camptódromo a broquidódromo das secundárias, ápice afilado e presença de uma veia marginal dotada de pequenas veias externas, é o descrito e figurado por Engelhardt (1981) como *Phyllites strychnoides* Engl., identificado entre o material Terciário da Colômbia e considerado como pertencente as Loganiaceae Mart., uma família hoje em discussão e provavelmente poli e parafilética (BACKLUND; OXELMAN; BREMER, 2000). *Strychnus* o gênero com características da forma aqui descrita constitui modernamente uma tribo dentro desta família e tem um de seus centros de diversidade no Brasil (NURIT *et al.*, 2005).

Dicotylophyllum sp. 5
(Figura 23)

Afinidade: *Dicotylophyllum* sp. 8 Li 1994

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-29eB, proveniente do nível cinza esverdeado escuro - 5G 4/1)

Descrição: Folha parcialmente preservada, ovada (55 mm comprimento e 25 mm de largura na porção preservada), de margem inteira. Primária pinada, destacada (0,7 mm de espessura) e reta, com pelo menos 3 pares de secundárias broquidódromas alternas, regularmente espaçadas, que divergem da primária em ângulos quase retos. Descrevem um curso curvo em direção ao ápice e, próximo à margem, diminuem de calibre e bifurcam o ramo admedial encontrando a secundária suprajacente e o outro acompanhando o bordo, indo formar uma

alça externa. Deste divergem em ângulo reto veias marginais finas que chegam à margem. Venação terciária percorrente e convexa. Venação de ordem mais alta ausente.

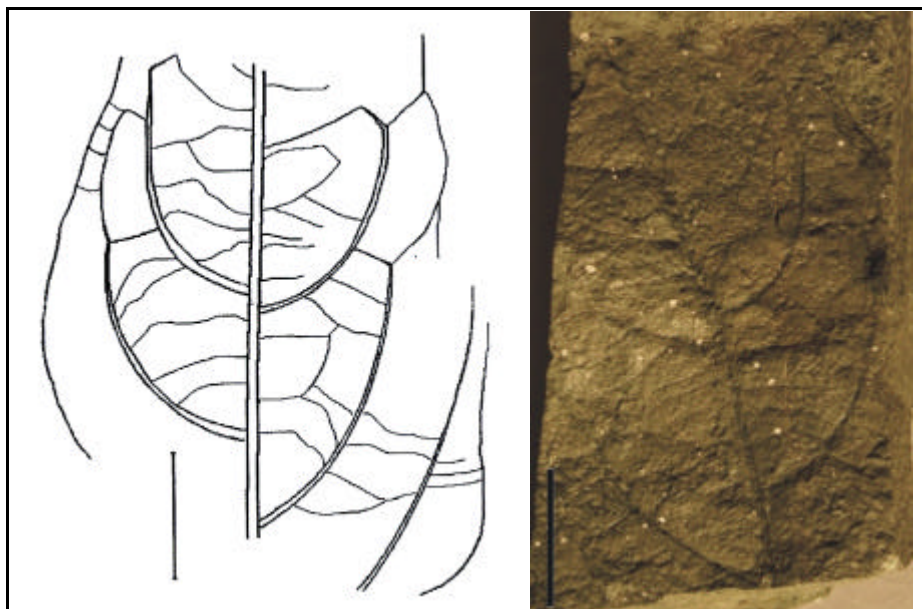


Figura 23 – *Dicotylophyllum* sp. 5, aff. *Dicotylophyllum* sp. 8 Li (ANTF 09-29eB) Escala = 1 cm.

Discussão: A amostra apresenta as mesmas características de *Dicotylophyllum* sp. 8, figurado por Li Haomin (1994, Pl. 8, fig.4), para o Eoceno Inferior do Morro dos Fósseis e atribuída às Lauraceae ou Monimiaceae.

Esta forma havia sido também apontada previamente por Dutra (2001; 2004) para níveis da ilha Dufayel (Formação Dalmor Bank), como parte do conjunto de morfotipos indicativos dos níveis do Paleoceno Superior? – Eoceno Inferior da ilha King George e sugerindo sua afinidade com as Anacardiaceae. Na análise aqui feita esta associação não se confirma, especialmente a partir dos novos estudos de arquitetura foliar para a família realizados por Martinez-Millán e Cevallos-Ferriz (2005). Para os autores as Anacardiaceae se caracterizariam por uma venação do tipo cladódroma II aonde as secundárias só dicotomizam próximo a margem e uma única vez, não chegando a formar alças verdadeiras.

Entre os morfotipos apontados para o Cretáceo Superior da Formação Zamek, uma parcela significativa é composta por formas que exibem padrões de venação aparentemente festonados (ZASTAWNIAK, 1994, Plates 2 a 4) e onde alguns representantes apresentam o mesmo tipo de secundárias aqui descrito (Plate 2, figs. 3a e 3b). Zastawniak (1985) incluiu estas formas em uma nova morfoespécie, *Magnoliidaephyllum birkenmajeri*, cujo holótipo mostra características bastante distintas do exemplar de Dufayel, com folhas muito mais

largas e cobertas por inúmeras secundárias, unidas por terciárias fortes e percorrentes.

O mesmo se dá com o estudo anterior feito pela autora (ZASTAWNIAK *in* BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1986) com a taoflora de Dufayel, onde também as formas lauroflicas são abundantes. Contudo, entre os muitos tipos figurados, nenhum é comparável ao exemplar aqui abordado, embora estejam presentes representantes da espécie que mais tarde seria descrita como *M. birkenmajeri* Zastawniak 1994.

Assim, mantemos aqui a associação com a forma de Li Haomin (1994), com similaridades prováveis a Lauraceae ou Monimiaceae, dado o maior número de caracteres comuns.

4.1.2 Morfotipos Sapindoflicos

aff. *Cupania patagonica* Berry 1938
(Figura 24)

Material: impressão de folha (amostras ANTF 09-38bC, ANTF 09-15aA), provenientes do nível cinza escuro esverdeado (5G 2/1)

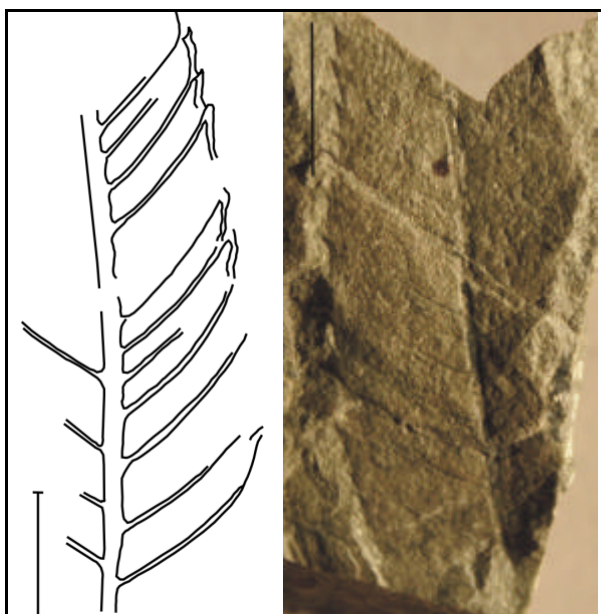


Figura 24 – aff. *Cupania patagonica* Berry (ANTF 09-38bC) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha ou folíolo parcialmente preservado, elíptico e microfílico (33 mm

comprimento e 21 mm de largura na porção preservada), onde faltam ápice e base. Margem serrada. Dentes mucronados, com ápice côncavo e base convexa (cc/cv), variáveis em tamanho e espaçamento. Primária pinada, espessa, de curso levemente curvo, secundárias numerosas, regularmente espaçadas, de curso quase reto, divergindo da primária em ângulos agudos e semicraspedódroma, formando arcos que acompanham o bordo de modo muito próximo e paralelamente. Raras veias intersecundárias. Venação de terceira ordem pouco preservada, percorrente.

Discussão: As características presentes, em termos de tamanho, padrão da venação secundária, primária destacada e configuração dos dentes marginais, são as mesmas apontadas como diagnósticas para *Cupania patagonica*, identificada nos níveis do Rio Pichileufú, no Terciário da Patagônia (BERRY, 1938, Pl. 32, figs. 6-7). Estudando os mesmos exemplares da ilha Dufayel, mas sem uma descrição formal, Dutra (1997a, 2001, 2004) havia proposto sua afinidade com *Paullinia* sp., *C. latifolioides* e *Thouinia* sp. do Terciário do Chile, todas representativas de Sapindaceae. E para tipos do Pontal Block, na baía Admiralty, uma relação com *C. patagonica* foi apontada pelo padrão craspedódromo das secundárias (DUTRA, 1989a). Esta morfoespécie havia sido registrada previamente também para o Morro dos Fósseis, na Península Fildes, por Troncoso (1986, Lam. I:12).

Troncoso (1986) ainda sugeriu para este local a presença de *C. latifolioides*, originalmente descrita nos níveis de Mirhoja, Chubut, e Pichileufú, Eoceno Inferior de Rio Negro, Argentina (BERRY, 1925, Lam.6:4; BERRY, 1938), mas esta forma contém dentes de mais de uma ordem na margem, o que a distingue da forma aqui descrita.

Estes achados atestam que as formas da família Sapindaceae e do gênero *Cupania* L., têm uma distribuição ampla nos depósitos de King George, numa situação similar a que se observa para as bacias austrais da América do Sul. As idades radiométricas da Formação Ventana para o Rio Pichileufú são incertas, variando desde o Paleoceno Superior ao Oligoceno Inferior, mas as floras foram consideradas como correspondendo às de Laguna del Hunco, ou seja, com idades entre o Paleoceno Superior e o Eoceno Inferior (GONZÁLEZ DIÀZ, 1979; WILF *et al.* 2005).

Para o Rio Pichileufú e Laguna del Hunco, são descritas ainda *C. vernaliformis* Berry (1938, Pl. 28:2 e Pl. 29:1-3), com veias secundárias mais espaçadas e bifurcadas exmedialmente, *C. cordinii* Berry (1938, Pl. 30:3-5), com lâminas assimétricas e *C. grosse-serrata* (Engelhardt) Berry, 1925, caracterizada por dentes muito salientes, de extremidades arredondadas (BERRY, 1938, Pl. 26:2-5). Berry (1938, Pl. 28:1) ainda registra para estes

depósitos duas espécies do gênero *Paullinia*, distintas da forma aqui descrita no maior distanciamento dos dentes.

Para o Rio Turbio, Hünicken (1966), descreve *C. patagônica* Hünicken (Lâm. VI:7), *C. ?santacruzensis* Hünicken (Lâm. VI:5,6) e *Cupania* ?sp., (Lâm. VII:3), salientando a presença nas duas últimas, de secundárias menos organizadas e bifurcadas e dentes menos regulares, e também a presença associada de formas de *Paullinia* (*P. patagonica* L., Lâm. XII: 9), que difere das aqui presentes pela base de margem inteira.

Wilf *et.al.* (2005), reanalizando os restos de folhas, sementes e frutos dos níveis de Pichileufú e Laguna del Hunco a luz das novas inserção taxonômica e interpretações paleoclimáticas e tafonômicas, mantiveram como válida a presença de formas do gênero *Cupania*, em especial das espécies “*Cupania*” *latifolioides* e “*Cupania*” *grosse-serrata* (Engelhardt) Berry. Para os autores, estas formas, junto com outra sapindácea (“*Schmidelia*” L.), formas de Myrtaceae (“*Myrcia*” DC. ex Guill.), Fabaceae (“*Cassia*”), Lauraceae, e Araucariaceae, compunham o conjunto de elementos termofílicos da taoflora de Laguna del Hunco e Pichileufú, onde os índices de umidade calculados foram de cerca de 1.1 m/ano.

Para o Chile os primeiros achados de restos da família devem-se a Engelhardt (1981) que descreveu para o Paleógeno de Lota e Coronel, *Thouinia philippii* Engl., uma folha de forma elíptica, margem crenada, primária pinada e levemente curvada, com numerosas veias secundárias que bifurcam distalmente. Para a região central (Caleta Cocholgué), em níveis do Eoceno Inferior, Gayó, Hinojosa e Villagrán (2005), citam a ocorrência de *C. patagonica*, sugerindo a partir daí um clima de quente a úmido. E Troncoso *et al.* (2002), registraram formas mal preservadas de *C. grosse-serrata* Engl. (Lâmina 1:11), para o Paleógeno da XI Região, do Chile.

Quando se analisam as formas modernas de Sapindaceae e dos gêneros citados, *Cupania*, *Paullinia* L., e *Thouinia* Poit, é possível avaliar uma grande identidade de caracteres, tais como, o padrão da venação e margem não inteira dotada de dentes mais ou menos regulares. A comparação com a forma fóssil de Dufayel demonstra, além disto, a maior proximidade com a espécie moderna *C. latifolia* Kunth, que ocorre nas Américas Central e do Sul tropicais (Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Panamá, Peru e Venezuela). Os aspectos comuns são a primária pinada, destacada e reta, as secundárias opostas e numerosas, de padrão craspedódromo a semicaspedódroma com curso levemente curvo e divergindo da primária em ângulo agudo, e a margem serrada.

A família Sapindaceae é mundialmente distribuída, exceto nos extremos norte e sul do globo (HEYWOOD *et al.*, 2007), compreendendo entre 140 a 150 gêneros e cerca de duas mil

espécies distribuídas hoje nos trópicos e subtropicais de todo o mundo. Seus elementos possuem hábitos arbóreos, arbustivos e de lianas. No Brasil são registrados 22 gêneros com cerca de 380 espécies (ESTEVAN; VIEIRA, 2002; SOBRAL *et al.*, 2006).

Dicotylophyllum sp. 6
(Figura 25)

Afinidade: *Anacardites* ? Saporta 1861

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-26aA), proveniente do nível cinza escuro esverdeado (5G 2/1)

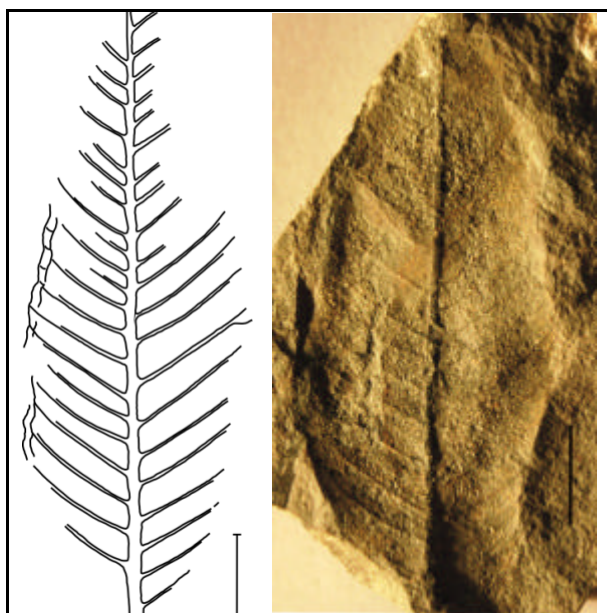


Figura 25 – *Dicotylophyllum* sp.6, aff. *Anacardites* ? Saporta (ANTF 09-26aA) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha (ou folíolo) incompleta, assimétrica, aparentemente ovada, microfílica (62 mm comprimento e 25 mm de largura na porção preservada) e de margem inteira. Ápice e base não preservados. Primária pinada, destacada (1 mm de espessura) e reta. Dela divergem pelo menos, 21 pares de secundárias opostas (0,5 mm de espessura), em ângulos agudos e muito próximas (distância de 2,5 e 4 mm), de curso ascendente e reto, ou muito pouco curvado, que terminam próximo a margem, onde se unem por um de seus ramos em uma forte veia intramarginal e por outro seguem até o bordo, conferindo-lhe um caráter espesso (veia fimbrial?). Em uma delas é possível avaliar esta bifurcação (semi-crapedódromo?). Intersecundárias presentes. Venação de ordem mais alta ausente.

Discussão: A amostra, bastante incompleta, permite apenas estabelecer sua afinidade com representantes modernos da família Anacardiaceae, onde a venação é predominantemente cladódroma (MARTINEZ-MILLÁN; CEVALLOS-FERRIZ, 2005). Entre estas últimas, *Lithraea ternifolia* (Gillies ex Hook.) F. A. Barkley, da Argentina, *Ozoroa paniculosa* (Sond.) R. et A. Fernandes e *Protorhus longifolia* (Bernh. ex Krauss) Engl., da África do Sul e Madagascar, possuem ainda o caráter alongado da lâmina e o grande número de secundárias, uniformemente distanciadas, presentes na forma aqui descrita.

O registro fóssil de Anacardiaceae é amplo. Em uma revisão de literatura, Ramírez-Garduño (1996) encontrou cerca de 120 espécies de Anacardiaceae em relatos baseados em pólen, madeira e amostras foliares, representando 30 gêneros. As maiores quantidades se encontram em sedimentos terciários dos Estados Unidos da América, no entanto, também ocorrem em sedimentos da Europa, Ásia, México, América Central-Sul e nas Antilhas (MIRANDA, 1963; MCKEOWN; LEON DE LA LUZ; JONES, 1991; RAMÍREZ GARDUÑO, 1996; MANCHESTER, 1999). Uma nova espécie foi descrita (*Tapirira*, Aubl.) com o auxílio de lenhos, para o Mioceno Inferior no México (MARTINEZ-CABRERA; CEVALLOS-FERRIZ, 2004).

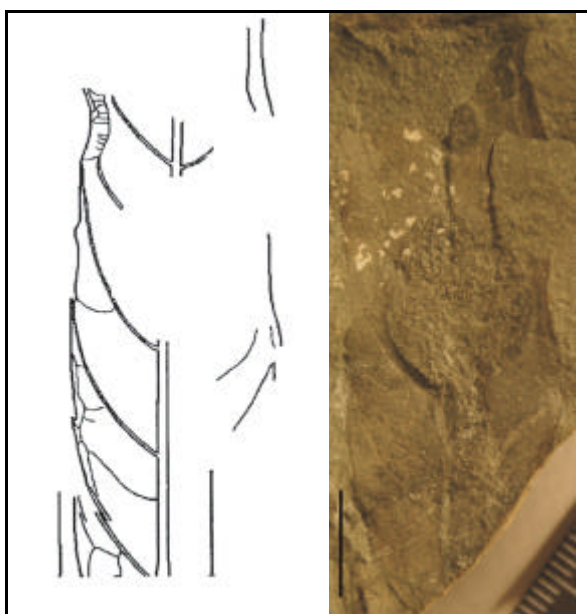
Berry (1928) descreveu um folíolo para o Terciário (Mioceno-Oligoceno) da Argentina (Território de Rio Negro), incluído-o em *Anacardites? patagonicus* Berry, morfogênero para elementos da família Anacardiaceae de afinidade incerta.

Gayó, Hinojosa e Villagrán (2005), citam a ocorrência da família Anacardiaceae (*Schinus* sp.), para o Eoceno Inferior na região central do Chile.

A família Anacardiaceae inclui cerca de 600 espécies encontradas principalmente nas áreas tropicais e subtropicais, da Argentina, Bolívia, Uruguai, Paraguai, Venezuela (SOBRAL *et al.*, 2006), África e Ásia (HEYWOOD *et al.*, 2007). A família se diversificou na América Central e do Sul, centro e sul da África, Madagascar, Indochina e Malásia (HEYWOOD *et al.*, 2007). Alguns gêneros são nativos de áreas temperadas da América do Norte e Eurásia (*Rhus* sp., p. ex.). No Brasil, ocorrem 15 gêneros e cerca de 70 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005).

Seus representantes podem ser encontrados em florestas perenes, onde funcionam como colonizadores, em zonas de mangue e com carência hídrica (MARTÍNEZ-MILLÁN; CEVALLOS-FERRIZ, 2005; SOUZA; LORENZI, 2005).

4.1.3 Morfotipo Celastrofílico

Dicotylophyllum sp. 7
(Figura 26)**Afinidade:** *Maytenus* Molina 1781**Material:** impressão de folha (amostra ANTF 09-37bC), proveniente do nível cinza escuro esverdeado (5G 2/1)Figura 26 – *Dicotylophyllum* sp.7, aff. *Maytenus* Molina (ANTF 09-37bC) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha incompleta, simétrica, aparentemente elíptica, microfílica (43 mm comprimento e 21 mm de largura na porção preservada), ápice e base não preservados. Margem espessa e serrada, nos poucos setores em que está preservada, mostrando pequenos dentes simples, de lado apical reto e inferior côncavo (entre cc/cc e st/cc). A veia primária é destacada (1,1 mm de espessura) e de curso reto. Secundárias opostas a sub-opostas (0,1 mm de espessura), aparentemente semicraspedódromas a festonada semicraspedódroma (visível na porção basal da folha). Divergem da primária em ângulos agudos e descrevem um curso curvo, bifurcando próximo à margem. Venação terciária fracamente preservada, de curso curvo e do tipo regular poligonal reticulada. Veias de quarta ordem somente visíveis em um pequeno setor e com o mesmo padrão das terciárias. Venação de ordem mais alta ausente.

Discussão: Os exemplares analisados apresentam afinidade com representantes modernos do gênero *Maytenus* Molina, como as formas do sul do Brasil, *M. aquifolia* Mart. que, no entanto, embora igualmente semicraspedodrómicas na venação, possuem dentes mais proeminentes, que a forma fóssil aqui descrita.

O gênero *Maytenus* é um dos maiores da família Celastraceae, com mais de 200 espécies (MABBERLEY, 1997). Possui distribuição tropical e subtropical e predominantemente sulamericana (BORNSTEIN, 1989), com representantes no Chile, Argentina, Bolívia, Paraguai e Costa Rica (HOFFMANN, 1982; SOBRAL *et. al.* 2006). *M. magellanica* (Lam.) Hook f do Chile, possui venação e dentes similares aos da forma aqui descrita, embora mais próximos, e folhas mais lanceoladas. Cresce com hábitos arbustivos no interior das florestas de *Nothofagus* das partes baixas da Cordilheira, entre os 40° e os 55° S de latitude, sob clima frio e úmido.

No Brasil está seu maior centro de diversidade (CARVALHO-OKANO, 2005) e, apenas no Rio Grande do Sul, nove espécies já foram identificadas (MOSSI; ZANATTA; GERALD, 2002).

A família Celastraceae possui distribuição predominantemente tropical, incluindo cerca de 50 gêneros e 1000 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005).

Entre os fósseis *M. magnoliaefolia* Engl. e *M. araucensis* Engl. Foram descritas por Engelhardt (1981) para Coronel, Terciário do Chile, em níveis posteriormente atribuídos ao Eoceno Inferior (HINOJOSA; VILLAGRÁN, 1997). Diferem do fóssil aqui descrito, a primeira pelo maior tamanho, margem inteira, primária pinada levemente curvada, veias secundárias cladódromas e terciárias percorrentes, fracamente preservadas. *M. araucensis* Engl. é dotada, como aqui, de dentes fracos, mas o padrão de terciárias é do tipo oposto-percorrente.

Na Argentina o gênero possui registro em níveis do Mioceno (BERRY, 1925) e para o Hemisfério Norte é registrado desde o Eoceno (BERRY, 1916; BROWN, 1929).

Dicotylophyllum sp. 8
(Figura 27)

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-15Cc), proveniente do nível cinza esverdeado (5G 5/2)

Descrição: Folha incompleta, simétrica, aparentemente ovada, nanofílica (17,5 mm

comprimento e 10,5 mm de largura na porção preservada). Ápice na porção preservada de caráter acuminado e base ausente, sugerindo igualmente um caráter constricto (cuneada). Margem serrada, com dentes simples, regularmente espaçados, do tipo côncavo-convexo (cc-cv). Primária pinada, destacada (0,25 mm de espessura) e reta, secundárias semicraspedódromas de curso arqueado e ângulos amplos de divergência, quase retos. Bifurcam exmedialmente, um de seus ramos unindo-se a secundária sobrejacente, formando um arco, e o outro terminando no sinus do dente. Venação de ordem mais alta ausente.



Figura 27 – *Dicotylophyllum* sp.8 (ANTF 09-15Cc) Escala = 1 cm.

Discussão: Dutra (1997a) em trabalho preliminar com os fósseis da ilha Dufayel, atribuiu este único resto a um folíolo de Rosidea. Entre estas, a forma aqui descrita mostra caracteres similares àqueles que mais uma vez caracterizam as Celastraceae, com dentes marginais bem desenvolvidos, como os *M. ilicifolia* Schrad., que hoje cresce no sul do Brasil.

Duarte e Rezende-Martins (1985) descreveram *M. fragilis* para o Neógeno de Vargem Grande, São Paulo, e também a compararam com *M. ilicifolia*. Embora muito similar nos caracteres da venação e margem, a preservação incompleta da folha da ilha King George e seu menor tamanho, impede uma atribuição mais precisa. Recentemente *M. fragilis* foi também registrada no mesmo estado e em níveis de idade comparável, para a região de Jaguariúna/SP (DOS-SANTOS; BERNARDES-DE-OLIVEIRA; SANT'ANNA, 2007).

Como visto na discussão de *Dicotylophyllum* sp. 7, formas do gênero são registradas para o sul da América desde o Eoceno Inferior.

Dicotylophyllum sp. 9
(Figura 28)

Afinidade: *Monimiophyllum antarcticum* Zastawniak 1994

Material: impressão de folha (amostras ANTF 09-04aA, ANT 09-38Ca), provenientes do nível cinza escuro esverdeado (5G 2/1)



Figura 28 – *Dicotylophyllum* sp.9, aff. *Monimiophyllum antarcticum* Zastawniak, em destaque detalhe da venação. (ANTF 09-04aA) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha incompleta, aparentemente elíptica e microfílica (47,5 mm comprimento e 21 mm de largura na porção preservada). Ápice e base ausente. Margem serrada, com dentes simples, monimióides, pouco salientes, ápice reto e base côncava (st/cc). Veia primária pinada, destacada (1 mm de espessura) e reta. Secundárias finas, opostas, semicraspedódromas, curso levemente arqueado, divergindo da primária em ângulos agudos e amplos, descrevendo um curso curvo e bificurdando exmedialmente, um dos ramos encontrando a secundária ou intersecundária suprajacente e o outro chegando até a margem. As intersecundárias formam alças menores entre o sistema de arcos mais amplos das secundárias. As veias terciárias são percorrentes opostas. Venação de quarta e quinta ordem reticulada regular poligonal, areolação com cinco ou mais lados e com terminações ramificadas uma única vez.

Discussão: Zastawniak (*in* BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1989a), estudando material do Paleoceno-Eoceno do Morro dos Fósseis, na ilha King George, descreveu *Monimiophyllum antarcticum*, com um conjunto de caracteres comuns à forma aqui descrita. Àqueles apontados pela autora, o exemplar da ilha Dufayel adiciona a possibilidade de visualização das veias de ordem mais alta, ampliando assim os elementos que caracterizam a espécie. Entre os elementos englobados na nova espécie está *Knightsia andreae* Dusén descrita por Troncoso (1986) para os mesmos níveis, embora a autora ressalte que deva ser excluída a forma original desta espécie descrita por Dusén (1908) na ilha Seymour, cuja forma, tipo de margem e venação são distintos.

Na diagnose foi ainda incluída uma *dicotiledônea indeterminada* figurada por Czajkowski e Rösler (1986, Est. II, fig. 11), para os mesmos níveis e comprovadamente relacionada à *M. antarcticum* pela forma, arquitetura das secundárias e terciárias e tipo de margem, com dentes pouco desenvolvidos.

Entre os tipos modernos da família, a forma mais similar é *Peumus boldus* Mol., pela margem lisa, forma geral e formação de alças pelas intersecundárias. Esta espécie é hoje endêmica do Chile, vivendo entre os 35° e 40° S, sob clima úmido. Suporta baixas temperaturas e cresce tanto em áreas iluminadas nas encostas, como no interior das matas em áreas baixas (RUIZ *et al.* 2008).

As Monimiaceae possuem distribuição pantropical, incluindo 50 gêneros e 250 espécies, com *Mollinedia* Ruiz & Pavón constituindo a forma mais comum em áreas do Brasil (SOUZA; LORENZI, 2005).

4.1.4 Morfotipo Mirtofílico

Dicotylophyllum sp. 10
(Figura 29)

Afinidade: aff. *Myrcia chubutensis* Berry (Hünicken, 1966)

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-30bC), proveniente do nível cinza escuro esverdeado (5G 2/1)

Descrição: Folha elíptica e microfílica (32 mm de comprimento e 15 mm de largura na porção preservada). Ápice agudo, base cuneada e margem inteira. A primária é pinada, mais

larga na base e com suave curvatura. Veias secundárias alternas fracamente preservadas com veias intramarginais, divergem da primária em ângulos agudos e amplos. Venação de ordem mais alta ausente.

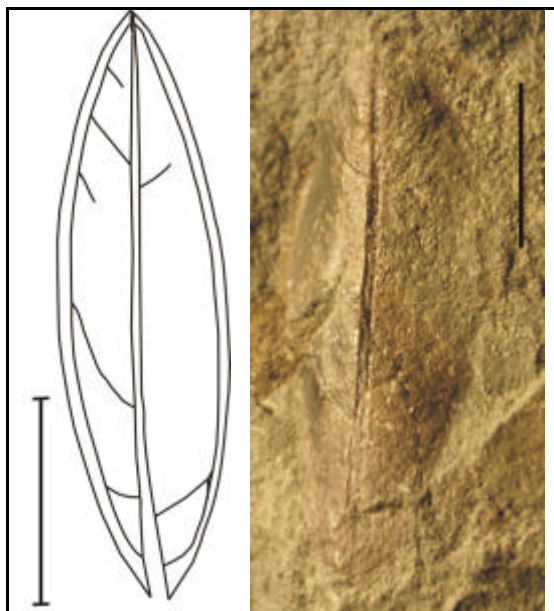


Figura 29 – *Dicotylophyllum* sp.10, aff. *Myrcia chubutensis* Berry (ANTF 09-30bC) Escala = 1 cm

Dicotylophyllum sp. 11
(Figura 30)

Afinidade : aff. *Myrcia* cf. *reticulato-venosa* Troncoso *et al.* 2002

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-35bB), proveniente do nível cinza esverdeado escuro (5G 4/1)



Figura 30 – *Dicotylophyllum* sp.11, aff. *Myrcia* cf. *reticulato-venosa* Troncoso *et al.* (ANTF 09-35bB) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha incompleta, aparentemente microfílica (17,5 mm comprimento e 12,5 mm de largura na porção preservada). Ápice aparentemente agudo, base ausente e margem inteira na porção preservada. Primária pinada, espessa (0,8 mm de espessura) e reta, com secundárias broquidódromas, ângulo agudo de divergência da primária, tornando-se mais próximas em direção ao ápice. A união das alças broquidódromas acompanhando paralelamente a margem da folha sugere uma nervura intramarginal. Venação de ordem mais alta ausente.

Dicotylophyllum sp. 12
(Figura 31)

Afinidade: *Myrcia* DC. ex Guill. 1827

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-18bA, proveniente do nível cinza esverdeado - 5G 5/2)



Figura 31 – *Dicotylophyllum* sp.12, aff. *Myrcia* DC. ex Guill (ANTF 09-18bA) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha bastante incompleta, margem irregular, sem que seja possível avaliar a presença de dentes, faltando ápice e base, aparentemente obovada (? folíolo). Comprimento da porção preservada de 12 mm e largura aproximada de 8 mm. Primária pinada, destacada (1 mm de espessura) e reta. Veias secundárias opostas divergem em ângulos agudos, inflexionando em direção a margem quando curvam e acompanham o bordo paralelamente. Venação de terceira ordem fracamente preservada, percorrente. Venação de ordem mais alta ausente.

Discussão: Restos de folhas com características de Myrtaceae e da subtribo Myrciinae possuem registro amplo e bem documentado nas bacias austrais e em áreas da Península Antártica (BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1986, 1989a; DUTRA, 1989b; POLE, 1994; GANDOLFO *et al.*, 1998; POOLE; CANTRILL, 2001; POOLE; CANTRILL; UTESCHER 2005; REGUERO; MERENSSI; SANTILLANA, 2002; WILF *et al.*, 2003, 2005; ITZSTEIN-DAVEY, 2004; BARREDA; PALAZZESI, 2007).

Na ilha King George e para a ilha Dufayel, Birkenmajer e Zastawniak (1986) apresentaram, sem uma descrição formal, um conjunto de tipos foliares entre os quais um, *Leguminosites* (Fig. 7-12), compartilha a morfologia geral e as veias secundárias broquidódromas com a forma aqui descrita como *Dicotylophyllum* sp. 11, mas com secundárias uniformemente distanciadas. Já as formas de Myrtaceae indeterminadas também apontadas (BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1986; Fig. 6, 11 e 12) não compartilham

elementos morfológicos com os aqui abordados.

Também para a deposição do Monte Zamek, na mesma baía Admiralty, e em níveis atribuídos ao Cretáceo Superior, Zastawniak (1994, 1998) e Dutra (1997a), encontraram abundantes impressões de características mirtofilicas. Entre estas, uma forma figurada por Dutra e Batten (2000, fig. 6A), também representada por um fragmento da parte basal, mostra morfologia idêntica a amostra aqui denominada *Dicotylophyllum* sp. 11. O material provém da baía Skua (ex-Pontal Winkel), na Península Fildes, um local cuja idade é ainda duvidosa, entre o Cretáceo Superior e Paleoceno, já que as lavas de topo da sucessão forneceram uma idade de 57.7Ma (SOLIANI JR. *et al.*, 1988). No trabalho original os autores associaram estas formas com *Myrica mira* Berry, e *Dicotilophyllum elegans* Li Haomin, mas esta última afinidade não se sustenta na análise aqui feita.

Além deste, outro morfotipo descrito por Rohn, Rösler e Ciguel (1994) e atribuído a uma nova espécie *Winkelia fensterseiferi*, foi descrito para a mesma baía Skua e compartilha aspectos comuns, em termos do padrão de venação, forma geral e tamanho. Infelizmente esta forma permanece inédita, não tendo sido proposta de modo formal, nem sugeridas afinidades em nível de família.

As Myrtaceae também são registradas entre os restos de lenho da Península Antártica desde o Cretáceo Superior. Poole, Hunt e Cantrill (2001) estudando amostras provenientes da Península Fildes, descreveram formas relacionadas com o gênero *Myrceugenia* O.Berg (*Myrceugenelloxylon antarcticus* Poole, Hunt & Cantrill). E Torres e Lemoigne (1989), registram a ocorrência de formas com afinidade ao gênero *Myrcia* (*Dicotyloxylon* sp. 2), em níveis do Cretáceo Superior da ilha Livingston.

Poole, Mennega e Cantrill (2003) e Pole, Cantrill e Utescher (2005) ainda identificaram restos de lenhos similares a *Myrceugenelloxylon antarcticus*, em níveis do Cretáceo Superior ao Eoceno da ilha James Ross e entre as formas descritas por Nishida (1984) e Nishida, Nishida e Rancusi (1988), para o Terciário do Chile. Os autores propuseram a partir disto, condições climáticas e um tipo de bioma muito similar àquele que hoje cresce na região de Valdivia, no Chile. Seus comparativos modernos seriam os gêneros *Luma* A. Gray e *Ackama* A. Cunn.

Entre os numerosos morfotipos mirtofílicos presentes na tafoflora estudada por Engelhardt (1981) para Lota e Coronel, Paleógeno do Chile, *Myrcia reticulato-venosa* Engle e *M. (Crystomyrcia) nitens* O. Berg., dividem caracteres comuns, entre elas, como as margens inteiras, primária bastante destacada e a venação broquidódroma. Estas formas distinguem-se apenas pela maior regularidade e proximidade das secundárias, o que é demonstrado na forma

aqui atribuída a *Dicotylophyllum* sp. 12. As formas de Engelhardt (1981) são muito numerosas e de distintos tamanhos foliares, alguns deles compatíveis com as formas aqui descritas.

Berry (1937a; 1938), que abordou os restos foliares do Terciário de Rio Pichileufú (Província de Rio Negro) e Rio Chalia, mostra igualmente muitas formas de *Myrcia* (como por exemplo, *M. santacrucensis* Engl. e *M. reticulato-venosa*) e *Myrceugenia*, que incluem os tipos de Engelhardt (1981) e novas formas por ele descritas. Entre estas, *M. reticulato-venosa* (Pl. 43, figs. 2-3) com a venação menos organizada que se aproxima da forma aqui descrita (*Dicotylophyllum* sp.11). Contudo, não está presente aqui e, portanto, sem comparações possíveis, o pecíolo bem desenvolvido figurado para esta forma por ambos os autores.

Berry (1928) ainda figura *Myrcia nitens*, para o Terciário (Mioceno-Oligoceno) da Argentina (Território de Rio Negro), cuja forma elíptica, ápice agudo e veia intramarginal é muito similar a *Dicotylophyllum* sp. 11.

De um modo geral, no entanto, todas estas formas da Patagônia apresentam melhor preservação e mostram numerosas nervuras, melhor organizadas que a forma aqui abordada.

A amostra *Dicotylophyllum* sp. 10 foi figurada por Dutra (1997a, Fig. 6-4. 18A; 2001, Fig. 7:10; 2004, Fig. 5:J), porém sem uma descrição formal, como sendo relacionada com a forma moderna de *Myrciaria* sp. (Myrtoideae – Myrtaceae), para níveis do Eoceno-Paleoceno, da baía Admiralty. Reavaliando esta amostra, apesar da fraca preservação de sua venação, verificamos que a mesma se assemelha na forma, textura e tipo de margem, com o exemplar encontrado por Hünicken (1966) para a flora do Eoceno de Rio Turbio (Argentina), atribuída a *Myrcia chubutensis* Berry. Mas mais uma vez, no entanto, difere no padrão de secundárias, que são acródomas e numerosas. Hünicken (1966) aponta ainda uma forma de *Myrcia* sp. de folha oval-lanceolada, bordo inteiro e secundárias distalmente unidas por uma veia intramarginal, que se insere perfeitamente nos caracteres aqui vistos (*Dicotylophyllum* sp. 10).

Também apenas apontadas a nível genérico e com dúvidas (cf. *Myrcia* sp. e *Aulomyrcia* sp.) outras formas de caracteres similares, especialmente pela fraca preservação da venação, foram identificadas para níveis do Mioceno, em Matanzas, no Chile, por Troncoso (1991).

Mais recentemente, Troncoso *et. al.* (2002), descreveram amostras do Paleoceno Superior do extremo sul do Chile (Formación Ligorio Márquez), e entre elas uma forma associada à *Myrcia* cf. *reticulato-venosa* (Lam. 2, Fig. 3), mostra uma folha de contornos inteiros e venação de difícil visualização mas, segundo o autor, igualmente contendo

intramarginal. Entre as formas fósseis vistas, é a que compartilha o maior número de aspectos comuns com os restos da ilha Dufayel, especialmente a forma *Dicotilophyllum* sp. 11.

Wilf *et al.* (2003) ao analisarem a diversidade de plantas do Eoceno Inferior de Laguna del Hunco e Rio Pichileufú, na Patagônia, mostram que as Myrtaceae, e especialmente “*Myrcia*” *chubutensis*, constituem o segundo elemento em abundância nestas duas tafofloras.

Gayó, Hinojosa e Villagrán (2005), citam para o mesmo período na região central do Chile (Caleta Cocholgué) formas de *Myrcia reticulo-venosa* Engl. e *Myrceugenia* sp. em uma floresta mista (com elementos macro e microtéricos) e sugerem que climas neotropicais se estenderiam até o sul da América durante o Eoceno Inferior.

Dicotylophyllum sp. 13
(Figura 32)

Afinidade: *Myrciophyllum santacruzensis* (Berry) Zastawniak (1994, 1998)

Material: impressão de folha (amostras ANTF 09-37bA), provenientes do nível cinza escuro esverdeado (5G 2/1); e amostras ANTF 09-30bA, ANTF 09-22A, provenientes do nível cinza esverdeado (5G 5/2)

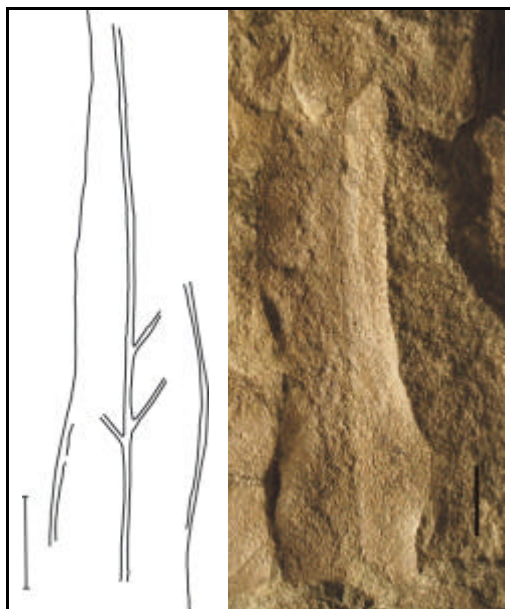


Figura 32 – *Dicotylophyllum* sp.13, aff. *Myrciophyllum santacruzensis* (Berry) Zastawniak (ANTF 09-37bA)
Escala = 1 cm.

Descrição: Folha muito incompleta, apenas com o extremo distal preservado (51 mm de

comprimento e 15 mm largura na porção preservada), lanceolada e alongada. Margem inteira. Venação fracamente aparente, exceto a primária destacada (1,1 mm de espessura) e levemente curva, com secundárias aparentemente alternas e ascendentes, terminando em uma veia intramarginal nítida. Venação de ordem mais alta ausente.

Discussão: *Myrcia santacruzensis* é comunicada pela primeira vez para a ilha Dufayel, mas formas morfológicamente similares já haviam sido sugeridas para o Monte Zamek, atribuído ao Cretáceo Superior, por Zastawniak (1994, 1998). Foram redescritas como *Myrciophyllum santacruzensis* (Berry) Zastawniak, alterando a designação genérica original de *Myrcia santacruzensis*, atribuída a tipos da Patagônia provenientes de níveis de mesma idade. A diagnose apresentada aponta caracteres idênticos aos das formas aqui descritas.

Os exemplares de Berry (1937b, Lâmina II, Fig. 5 e 7) provêm de três localidades de idade Paleoceno da Patagônia (Cerro Cachematán, Cerro Baguales e Magallanes, ROMERO; ARGUIJO, 1981). Posteriormente, mais elementos cujos caracteres da venação são pouco aparentes, as margens inteiras com veia intramarginal, e as folhas alongadas como aqui, foram identificadas por Frenguelli (1953) no Rio Chalia, em Santa Cruz, Patagônia, em níveis do Cretáceo (Formação Mata Amarilla).

Dicotylophyllum sp. 14
(Figura 33)

Afinidade: subfam. Leptospermoidea (Myrtaceae), aff. *Eucalyptus* L'Hér. 1789

Material: impressão de folha (amostras ANTF 09-35aB), provenientes do nível cinza escuro esverdeado (5G 2/1)

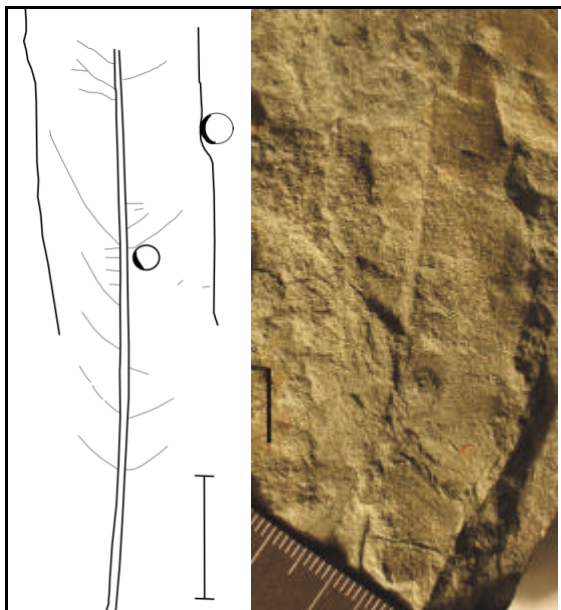


Figura 33 – *Dicotylophyllum* sp.14, aff. *Eucalyptus* L'Hér (ANTF 09-35aB) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha incompleta, alongada (58 mm de comprimento e 27 mm de largura na porção preservada) e de margens inteiras. Ápice e base não preservados. Primária pinada destacada e quase reta (1,1 mm de espessura). Veias secundárias alternas, ângulos agudos de divergência da primária e curso levemente curvo chegando próximo ao bordo, quando se unem formando uma intramarginal bem marcada. Terciárias ausentes. Formas hemisféricas (4 mm de diâmetro) provavelmente referentes a cápsulas de frutos sem sementes estão presentes próximo ou sobre as impressões foliares.

Discussão: O conjunto dos elementos morfológicos aproxima esta impressão das folhas encontradas entre os representantes modernos da subfamília Leptospermoideae e, entre seus gêneros modernos, em *Eucalyptus* sp., especialmente pela presença de lâminas alongadas e oblongo-ensiformes.

Entre os exemplares descritos previamente para a ilha Dufayel por Zastawniak (BIRKENMAJER; ZASTAWNIK, 1986), nenhum mostra caracteres similares. Dutra (1997a) figurou formas similares e propôs, no entanto, esta associação.

O único registro da presença de *Eucalyptus* em áreas do sul da América devia-se a Frenguelli (1953), através de um ramo com três pequenos frutos e seus respectivos pedicelos, que saem juntos de um pedúnculo muito curto. Foram identificados em níveis do Mioceno da Bacia de Neuquén e atribuídos a uma nova espécie *E. patagonicus*. Frenguelli (1953) propôs ainda sua maior proximidade com a espécie *E. viminalis* Labill., embora sugerisse também

semelhanças com *E. camaldulensis* Dehn. e *E. tereticornis* Sm., hoje nativas da Austrália e Tasmânia.

Recentemente, novas e numerosas formas de folhas e frutificações, sem conexões orgânicas, mas associados, foram obtidas em níveis de tufos de Laguna del Hunco, em níveis datados por método ^{40}K - ^{40}Ar , inserindo a sucessão no limite Paleoceno-Eoceno (MAZZONI *et al.* 1991; GANDOLFO *et al.*, 2006). As folhas possuem características compatíveis com a forma aqui descrita na forma e presença da intramarginal, mas apresentavam glândulas preservadas e os frutos, lenhosos, com cinco valvas agrupadas em tríades nas panículas. As cápsulas são hemisféricas e mostravam um anel estaminal, que está presente também nas formas figuradas por Frenguelli (1953).

Segundo Gandolfo *et al.* (2006) este achado representa o primeiro e mais antigo registro de impressões de folhas e infrutescências de *Eucalyptus* para a América do Sul austral.

A escassa preservação das formas da ilha Dufayel impede maiores comparações no momento, mas permite avaliar a grande similaridade dos restos fósseis com as formas modernas do gênero e uma antiguidade comparável a das formas da Patagônia, além de mostrar a ocorrência mais austral conhecida para o gênero.

Restos relacionados com *Eucalyptus* são surpreendentemente raros no registro Cenozóico da Austrália (HILL *et al.*, 1999; GREENWOOD; VADALA; DOUGLAS, 2000, GANDOLFO *et al.* 2006). Contudo, foram identificados em níveis do Oligoceno Superior da Berwick Quarry Flora (Victoria, Austrália), onde aparecem na forma de folhas e polens associados a restos de *Nothofagus* (STEART; GREENWOOD; BOON, 2005). Para Carpenter e Horwitz (1988), a escassa presença de folhas de *Eucalyptus* entre os fósseis seria devida a sua não inclusão na deposição dos cursos fluviais, mesmo quando compõem formas dominantes na vegetação, ao contrário de *Nothofagus* que costuma ser frequente.

Assim, as novas informações e o conjunto dos trabalhos mais recentes (POLE, 1993b, 1993c; WILF *et al.*, 2001; HUNT; POOLE, 2003; GANDOLFO *et al.*, 2006) demonstram que, embora raros, *Eucalyptus* e mirtáceas do tipo *Eucalyptus* surgem no registro austral no Paleoceno Superior e Eoceno Inferior e se estendem até o Mioceno na América do Sul e Nova Zelândia, e na Austrália surgem no Oligoceno Superior.

O primeiro registro para a América do Norte também data do Eoceno, quando é representado por *Syzygioides americana* Lesquereux (MANCHESTER; DILCHER; WING, 1998).

A distinção entre as duas subfamílias de Myrtaceae são normalmente estabelecidas

pela disposição das folhas nos ramos, opostas ou verticiladas, para os membros de Myrtoideae e alternas para Leptospermoideae, e pelo caráter carnoso dos frutos da primeira, e secos na segunda, que, além disto, costuma ter folhas mais alongadas. Em que pese à falta de conexões orgânicas e de restos mais bem preservados entre o material da ilha Dufayel, uma afinidade com esta última subfamília pode ser proposta de modo tentativo.

Apesar disto, a grande variedade de modelos arquiteturais das folhas de Myrtaceae (KLUCKING, 1988), sugere cautela nas afinidades até que materiais mais completos e acompanhados de estruturas reprodutivas sejam identificados. Christophel e Lys (1986), trabalhando com 11 espécies modernas de Myrtaceae, concluíram que os restos identificados no Eoceno de Victória, na Austrália, deviam ser associados ao morfogênero *Myrtaciphyllum* Ettingshausen, mesmo quando acompanhados de cutículas e a *Myrtifolium* Unger e *Myrtophyllum* quando restritos a impressões.

Os restos associados à *Eucalyptus* aqui registrados são especialmente interessantes por atestar as ligações biogeográficas existentes durante o Paleógeno, entre a Patagônia e a Australásia e que incluíam as áreas do norte da Península Antártica.

Eucalyptus está hoje extinto nas áreas da América do Sul e compreende aproximadamente 700 espécies distribuídas na Austrália, com alguns representantes nas ilhas do Sul da Ásia e em Papua-Nova Guiné. Ocupam uma grande diversidade de habitats, desde as áreas altas até a costa e desde a periferia das florestas úmidas até os cursos de água das áreas desérticas do interior da Austrália (GANDOLFO *et al.*, 2006).

A família Myrtaceae possui hoje uma distribuição pantropical, distribuída entre o sudeste da América do Norte, América Central e do Sul, sul da África sub-Saarariana, Índia, Indochina, Japão e Australásia, com um gênero ainda nas áreas do Mediterrâneo (HEYWOOD *et al.*, 2007).

Seus representantes possuem dois centros principais de diversidade, onde se distinguem pelos caracteres morfológicos associados. Na Oceania dominam as formas de Leptospermoideae, enquanto na região Neotropical, Myrtoidea (CRONQUIST, 1981; HEYWOOD *et al.*, 2007; JUDD *et al.*, 1999; SOUZA; LORENZI, 2005). Esta última subfamília é abundante no Brasil, onde *Myrcia* é o gênero mais abundante e amplamente distribuído (LANDRUM; KAWASAKI, 1997; SOBRAL *et al.*, 2006).

4.1.5 Morfotipo Pentalobofílico/Platanofílico

Dicotylophyllum sp. 15
(Figura 34)

Afinidade: *Sterculiaephyllum australis* Dutra 2000

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-38aA), proveniente do nível cinza esverdeado escuro (5G 4/1)

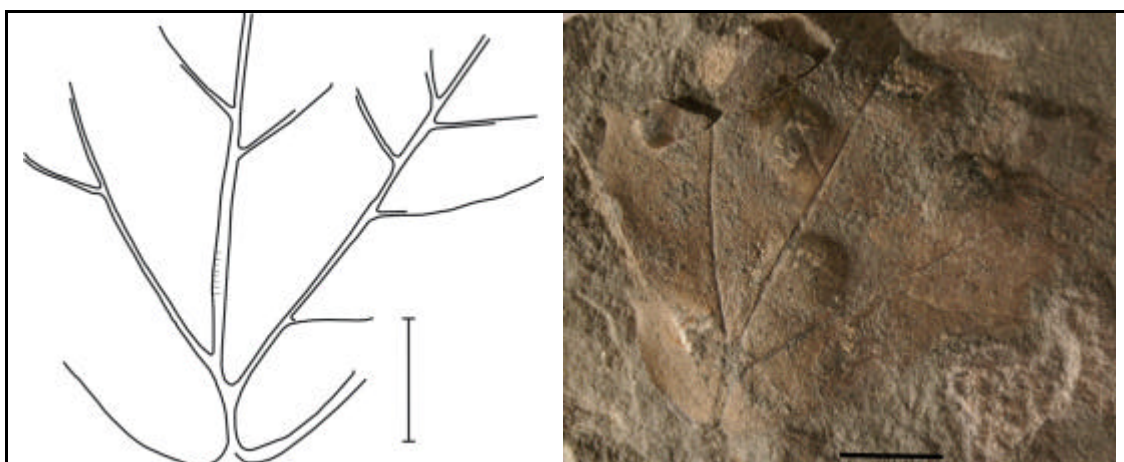


Figura 34 – *Dicotylophyllum* sp.15, aff. *Sterculiaephyllum australis* Dutra (ANTF 09-38aA) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha muito incompleta, restrita a porção basal, com 28 mm de comprimento e 48 mm de largura na porção preservada, de margem aparentemente inteira. Venação palmada e composta por três veias principais destacadas, suprabasais (0,7 mm de espessura) e um provável par basal (actinodrômica suprabasal). Veias secundárias alternas e retas, divergindo da primária em ângulos agudos. Venação de ordem mais alta ausente.

Discussão: Os tipos palmados, embora raros, têm sido registrados nas paleoassembléias da ilha King George, de modo constante e representados por distintas arquiteturas. Em geral incompletos e caracterizando especialmente os níveis do Cretáceo Superior já foram objeto de distintas interpretações e associações taxonômicas. O mesmo ocorre com níveis do Cretáceo Superior ou do limite Cretáceo-Cenozóico das Bacias Argentinas e mesmo do Hemisfério Norte (CRABTREE 1987; IGLESIAS *et al.* 2007a).

Birkenmajer e Zastawniak (1986, Fig.7-2) ao analisarem impressões provenientes da

ilha Dufayel identificaram um único resto, onde parte da margem e um dos lados da lâmina estava preservada e sugeriram uma afinidade duvidosa com o gênero *Sterculia* (? *S. washburnii* Berry) e com a forma *Phyllites* sp. 9 de Dusén (1908), da ilha Seymour.

No mesmo ano, Czajkowski e Rösler (1986, Est. II, Fig. 9,10) confirmariam a presença da espécie de Berry (1928, Plate 4:1-7) nos níveis do Morro dos Fósseis, em Fildes, através de um exemplar bastante completo, onde a venação actinodrômica suprabasal é a mesma da forma aqui descrita. Apresentava ainda, veias secundárias broquidódromas de curso curvo, impossíveis de serem avaliadas na forma incompleta da ilha Dufayel. Dos mesmos níveis ainda seria descrita uma nova espécie *Dicotylophyllum latitribatum* por Zastawniak (in BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK 1989a, Pl. II: 1,2,5), também distinta da forma aqui registrada pelo caráter arqueado e acródromo das veias secundárias.

Outra forma seria identificada nas camadas do Monte Zamek, atribuídos ao final do Cretáceo, por Dutra (1989b) e por sua semelhança com o material da ilha Dufayel estudado por Zastawniak (in BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1986) e sua preservação incompleta, apenas associado duvidosamente a ?*Sterculia* sp.

A variedade de tipos presentes, distinguíveis basicamente pela venação principal e arqueamento ou não das veias secundárias, levou Dutra (1997a) e Dutra (in DUTRA; BATTEN, 2000), a propor uma separação entre os tipos tri a pentalofofilicos, atualizando ainda a nomenclatura para tipos morfológicos cretáceos. Deste modo propôs que as impressões provenientes do Monte Zamek cujas veias principais e secundárias se caracterizassem pelo curso reto, fossem incluídas em uma nova combinação genérica e em uma nova espécie *Sterculiaephyllum australis* Dutra, associada às Malvaceae. Estas características fazem com que esta seja a afinidade mais adequada para o material de Dufayel aqui figurado. Dutra (in DUTRA; BATTEN, 2000) ainda destacaria a semelhança da nova espécie com *Sterculia washburnii* Berry, identificada para os níveis cretáceos do Rio Chalia (Formação Mata Amarilla), em Santa Cruz, Argentina, e recentemente revisada e confirmada como um táxon válido (IGLESIAS *et al.*, 2004). Esta similaridade se manifesta na presença de três (ou cinco?) primárias suprabasais destacadas.

Para o outro complexo palmatilobado, onde as secundárias apresentavam cursos curvos e alças broquidódromas, em geral pentalofofilicas, e também registrados nos níveis da Formação Zamek, os mesmos autores sugeriram sua inclusão entre as Araliaceae A. L. Jussieu e a relação com a morfoespécie *Araliaephyllum quinquelobatus* Cantrill (CANTRILL; NICHOLS, 1996), descrita para o Cretáceo Superior da ilha Alexander, na Península Antártica (DUTRA; BATTEN, 2000).

Formas com esta arquitetura foram registradas igualmente nas bacias austrais da América do Sul e associadas aos gêneros modernos *Liquidambar* L., *Sassafras* Ness & Ebermaier e *Sterculia* (Romero e Arguijo (1981). De acordo com Crabtree (1987), estes três gêneros representam folhas do complexo pentalobofílico do Cretáceo Superior em depósitos do oeste da América do Norte, e atestam que estas formas dispersaram pelas regiões quentes e úmidas da costa oriental do Pacífico.

Kurtz (1899) identificou quatro folhas pentalobofílicas para a Formação Dorotea que associou a *Sassafras mudgei* Lesquereux e, nesta mesma unidade do Paleoceno Inferior de Cerro Guido, e para a Formação Mata Amarilla, em Cerro Baguales (do Coniaciano), na Bacia de Magallanes, ambas no Chile, Romero e Arguijo (1981) identificaram *Sterculia sehuensis* Berry (= *Liquidambar integrifolium* Lesquereux), confirmadas por Baldoni e Askin, (1993). Outras formas do gênero foram igualmente registradas, como *Sterculia patagonica* (Spegazzini) Menéndez e *S. platanoides* (Engelhardt) Menéndez (= *Ameghinoites desidrata* Spegazzini), em Chubut, Argentina (Rio Deseado e Cerro Cachetamán).

Finalmente *Sterculia acuminatoloba* Berry (1937a, Pl. VIII) do Cretáceo Superior de Cerro Funes, difere pela presença de três veias principais que divergem da base. Outras formas do gênero também descritas por Berry (1938) para o Rio Pichileufú se distinguem em um ou outro aspecto da aqui representada, seja pela ausência de venação suprabasal, ou pelo caráter arqueado das veias secundárias, do tipo broquidódromo.

Estas morfoespécies ainda possuem outras características distintivas em relação à *Sterculiaephyllum australis* da ilha King George, pela melhor organização da venação secundária e terciária e a preservação de margens que denuncia seu caráter lobado (DUTRA; BATTEN, 2000, IGLESIAS *et al.* 2007a; 2007b).

4.1.6 Morfotipo Acrodomofílico

Dicotylophyllum sp. 16
(Figura 35)

Afinidades: *Ziziphus santaflavensis* Hünicken

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-34hA), proveniente do nível cinza

esverdeado (5G 5/2)

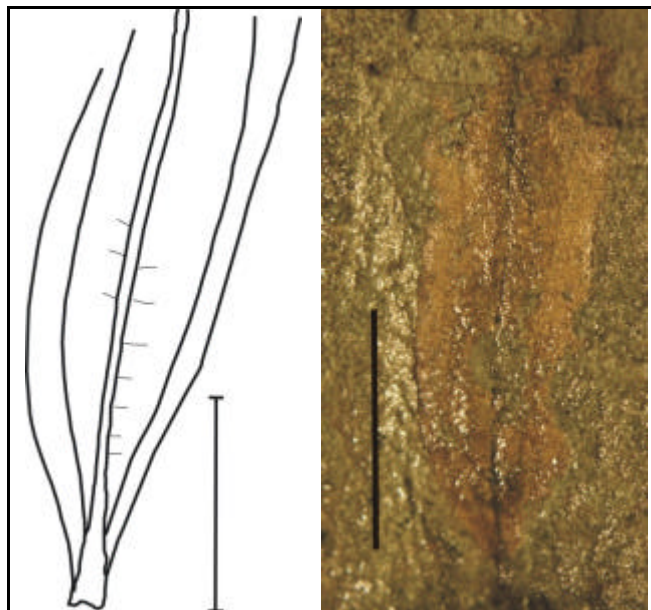


Figura 35 – *Dicotylophyllum* sp.16, aff. *Ziziphus santaflavensis* Hünicken (ANTF 09-34hA) Escala = 1 cm.

Descrição: Folha incompleta, elíptica, representada por seu terço basal e parte da lâmina (9 mm de largura), base cuneada, peciolada e de margem inteira. Primária espessa (0,8 mm de espessura). Veias secundárias possivelmente acródomas ou eucamptódromas. Venação de terceira ordem fracamente preservada, divergindo em ângulo reto da primária.

Discussão: Este morfotipo também pouco frequente, mas ocasionalmente presente nas assembléias da ilha King George, costuma diferenciar-se pela presença de um ou dois pares de veias secundárias laterais acródomas. Em geral a falta da porção apical das folhas impede que sejam estabelecidas suas relações com as Melastomataceae, Myrtaceae ou Smilacaceae. Costumam variar igualmente no caráter basal ou suprabasal das secundárias.

Entre os tipos dotados de dois pares de veias secundárias laterais e, portanto, distintos da forma aqui discutida, estão às impressões descritas por Czajkowski e Rösler (1986) para os níveis do Morro dos Fósseis, e associadas à *Miconiiphyllum australe* Dusén e às Melastomataceae Juss. Esta forma foi posteriormente atribuída a *Dicotylophyllum duseni* Zastawniak (n BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1989b), a partir de material do Monte Zamek, sob o argumento de que a forma original de Dusén seria muito incompleta para constituir o tipo da espécie. A autora não propôs, contudo, nenhuma associação familiar mais precisa, embora dispusesse de uma folha bastante completa. Levantou apenas a possibilidade de que este padrão de venação pudesse sugerir a associação com numerosas famílias, Myrtaceae,

Melastomataceae, Loganiaceae R. Br. ex Mart., Menispermaceae Juss., Rhamnaceae, Proteaceae e Lauraceae e, ainda, com as monocotiledôneas da família Smilacaceae. *Dicotylophyllum duseni* Zastawniak foi igualmente identificada para a Formação La Meseta na ilha Seymour (BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1989a, Fig.4-A, Pl. 1), quando foi formalmente descrita como tendo margem inteira e venação acrodômica, com dois pares de veias laterais formando arcos distintos. As veias terciárias são percorrentes e oblíquas em relação à primária, formando alças ortogonais regulares entre as veias secundárias, na parte superior da folha.

Em 1994, Li Haomin, estudando impressões de morfologia idêntica, também provenientes dos níveis Paleoceno-Eoceno do Morro dos Fósseis, e cuja preservação permitia visualizar o encontro apical das veias secundárias (acródromo perfeito), restringiu adequadamente estes morfotipos às Melastomataceae, propondo uma combinação genérica nova para o material de Zastawniak, *Pentaneurum dusenii*. Os exemplares mostravam um par de primárias externas divergindo da base, e outro interno, de caráter suprabasal. A venação de ordem mais alta, tanto no material de Zastawniak (BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1989b), como no de Li Haomin (1994), está igualmente bem preservada e mostra divergir em ângulos variáveis das primárias, quase sempre oblíquos. *Pentaneurum dusenii* substitui assim as formas de *Miconiiphyllum australe* e *Dicotylophyllum duseni* anteriormente descritas, respectivamente, por Czajkowski e Rösler (1986) e Zastawniak (*in* BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1989b).

Recentemente Troncoso *et. al.* (2002) também descreveram formas de Melastomataceae em amostras do Paleógeno do Chile (XI Região), que associaram a cf. *Miconia*. A preservação, restrita a base da folha, mostrando um padrão actinodrômico, com primária destacada e veias laterais que divergem de modo oposto e com curso paralelo à margem, muito similares a da forma aqui figurada. Os autores não comentam sobre o encontro apical das veias que deveria justificar a inserção na família Melastomataceae.

Zastawniak (1994, Fig. 10:5) ainda identificou uma outra forma acródroma nos níveis cretáceos da Formação Zamek, que atribuiu a *Dicotylophyllum* sp. 5. Mais uma vez estão presentes apenas os caracteres marginais e da venação principal, mostrando dois pares de primárias laterais. Associou à *Menispermities piatnizkyi* Berry, de Cerro Baguales e as Menispermaceae.

Para a ilha Seymour, Torres (1990) elencou morfotipos similares aos de Czajkowski e Rösler (1986), mas os associou às Smilacaceae, propondo informalmente uma nova espécie *Smilax duseni*. A descrição fornecida salienta o caráter acrodômico perfeito, mas com as secundárias divergindo da base, diferentemente do material de Czajkowski e Rösler (1986).

Em bacias do Paleógeno da América do Sul, restos relacionados à Menispermaceae e

Melastomataceae estão presentes de modo abundante, desde o Brasil (HOLLICK; BERRY, 1924) até a Patagônia. Ettingshausen (1897) os descreveu também entre os restos da Austrália e Nova Zelândia.

Uma terceira família foi apontada por Hünicken (1966) para impressões do Paleoceno-Eoceno de Rio Turbio na Argentina (Rio Turbio), representada por Rhamnaceae e por tipos associados ao gênero *Ziziphus* (*Z. santaflaviaensis* Hünicken). Seus morfotipos caracterizam-se por folhas oval-lanceoladas, de base cuneada e margem inteira, com primária espessa e reta, e apenas um par de veias laterais igualmente espessas e acrodômicas, que divergem desde a base, em ângulo muito agudo. As veias secundárias divergem das primárias laterais, pouco numerosas, e são do tipo camptódromo e de curso curvo.

Dutra (1989a) apontou esta forma para as camadas aflorantes nos arredores do Pontal Block, na ilha King George, em níveis de provável idade Cretácea ou Paleógeno Inferior. Similar ao tipo agora identificado também em Dufayel, pela base aparentemente cuneada, primária destacada e laterais acrodômicas, difere apenas na forma mais ovada e ausência de um pecíolo muito desenvolvido.

As Rhamnaceae também estão presentes nos níveis mais superiores do Pontal Hennequin, atribuídos ao Oligoceno Inferior em King George (ZASTAWNIAK *et al.*, 1985). Entre o escasso material, dominado por *Nothofagus*, dois fragmentos de folha com tipo de venação, margem e dotados de dentes, foram identificados. Entre as formas figuradas, uma mostra uma primária pinada e secundárias craspedódromas, e a segunda, uma venação em arcos broquidódromos. Assim, não compartilham caracteres com o material aqui descrito.

Formas ligadas à família Rhamnaceae ainda foram registradas para a ilha King George entre os lenhos (POOLE, HUNT, CANTRILL, 2001) e, para a Patagônia, entre os restos de folha revisados por Wilf *et al.* (2005).

Em trabalhos de síntese sobre a paleoflora da ilha King George, Dutra (2001; 2004) figurou tanto exemplares de *Smilax dusei* (Smilacaceae), como da forma *Pentaneurum duseii* Li Haomin (Melastomataceae), como característicos dos níveis do Paleoceno Superior-Eoceno Inferior, apontando sua semelhança com os tipos descritos por Birkenmajer e Zastawniak (1989a; 1989b), Zastawniak (1993; 1994; 1998) e Li Haomin (1994), para a assembléia do Morro dos Fósseis na Península Fildes.

Em resumo, dos tipos previamente descritos para a ilha King George e associados a diferentes famílias, o exemplar da ilha Dufayel compartilha um maior número de aspectos comuns com a forma proveniente do Pontal Block e atribuída ao gênero *Ziziphus* (*Z. santaflaviaensis* Hünicken, do Paleoceno-Eoceno de Rio Turbio) e às Rhamnaceae,

basicamente pela exclusividade em conter apenas um par de veias laterais acródomas, base cuneada e primária espessa e reta.

Em termos da flora atual o caráter incompleto da amostra permite apenas sugerir uma grande semelhança com a espécie *Ziziphus chloroxylon* L. (Rhamnaceae), hoje restrita as áreas da América Central e aos cinturões montanhosos.

As Rhamnaceae tem hoje uma distribuição cosmopolita, sendo comum nas latitudes tropicais e subtropicais (HEYWOOD *et al.*, 2007) e o gênero *Ziziphus*, com aproximadamente 170 espécies, tem seu centro de distribuição no sul e sudeste da Ásia (LIU; CHENG, 1995).

4.1.7 Morfotipo Protofílico

aff. *Nothofagus betulifolia* Dutra 2000
(Figura 36)

Material: impressões de folhas (ANTF 09-34aA; ANTF 09-34aA, B, C; ANTF 09-34dA; ANTF 09-34fA, B, C, D; ANTF 09-34gA; ANTF 09-34hB; ANTF 09-38dA, B; ANTF 09-15aA; ANTF 09-15bA, B), provenientes do nível cinza esverdeado escuro (5G 4/1)

Descrição: Folhas incompletas, assimétrica, aparentemente ovadas (30 mm de comprimento e 22 mm de largura na porção preservada). Primária pinada, destacada (0,9 mm), reta, de onde divergem pelo menos cinco secundárias craspedodrômicas, de curso levemente curvo e ascendente na base, mais retas no ápice, regularmente espaçadas (5 mm em média) e com uma ou duas (lado direito) ramificações no par basal (pectinais). Em um setor da margem é possível ver seu caráter serrado e a terminação da veia secundária no centro de um dente com ápice côncavo e base convexa, do tipo “*spinose teeth*”. Terciárias percorrentes.



Figura 36 – aff. *Nothofagus betulifolia* Dutra (ANTF 09-34aA) Escala = 1 cm.

Discussão: As características presentes nestes morfotipos incluem-nos, sem dúvida, entre aqueles presentes nas formas modernas do gênero *Nothofagus*, pela margem serrada, com dentes do tipo *spinose*, até 12 veias secundárias de curso relativamente reto com ângulos agudos de divergência, terminando no dente e terciárias percorrentes (HILL, 1983).

Restos de *Nothofagus* preservados na ilha King George, com secundárias basais pectinadas, foram atribuídos a nova espécie *N. betulifolia* por Dutra (2000). Foram registrados para o Morro dos Fósseis, na Península Fildes, e também na ilha Dufayel, onde permaneciam sem descrição formal. Seu epíteto específico alude às ramificações basais das secundárias que lembram as folhas de *Betula* L., do Hemisfério Norte. O fragmento aqui tratado se refere a uma destas formas. O aspecto distintivo desta forma em relação a outras atribuídas ao gênero, também dotadas de veias secundárias basais ramificadas, é o ângulo mais agudo de divergência das ramificações. Em outras formas de *Nothofagus* os ângulos divergem em ângulos mais amplos.

Dutra (2000) incluiu entre os elementos sinonimizados à nova espécie, *Nothofagus* sp. aff. *N. subferruginea* (Dusén) Tanai, de Czajkowski e Rösler (1986) e Li Haomin (1994), do Morro dos Fósseis e, *Nothofagus* sp./*Tetracera patagonica*, da ilha Dufayel, apontado por Birkenmajer e Zastawniak (1986).

Li Haomin e Zhou Zhekun (2007) ao abordarem mais recentemente restos de *Nothofagus* da primeira localidade descrevem uma nova espécie, *Nothofagofolia multinervis*, com as mesmas características, mas sem comentarem sobre sua semelhança com a forma de

Dutra (2000), em que pese terem proposto uma nova combinação, *Nothofagofolia betulifolia* (LI HAOMIN; ZHOU ZHEKUN, 2007) para a forma descrita por Dutra (2000). Seus exemplares referem-se, contudo, a outro morfotipo, com veias pectinais menos numerosas e de ângulos mais amplos. A contribuição dos autores ficou assim invalidada para estas duas formas.

Outro morfotipo semelhante e previamente descrito é *N. cretaceae* Zastawniak, identificado para os níveis do neocretáceo da Formação Zamek (ZASTAWNIAK, 1994). Este difere da forma aqui figurada pela presença de secundárias curvipinadas e bifurcada exmedialmente e por apresentar dentes compostos.

Entre as formas do sul da América, *N. subferruginea* é a que maior número de elementos compartilha com *N. betulifolia*, tendo sido identificada nos níveis do Paleoceno-Eoceno de Carmem Silva, Punta Arenas (DUSÉN, 1907) e Austrália (HILL, 1983).

Entre os tipos modernos folhas com esta morfologia estão presentes em *N. moorei* F. Muell. da Austrália (secção *Lophozonia*, HILL; JORDAN, 1993), caracterizados por folhas cartáceas e perenes e ramificações das secundárias basais (DUTRA, 2000). Carrasco e Romero (1982) ao descreverem a arquitetura foliar de *N. moorei*, a partir de material diafanizado, apontaram o caráter ligeiramente assimétrico e ovado das lâminas, o ápice agudo e base obtusa, a margem serrada, com dentes simples ou compostos e a venação pinada craspedódroma, com numerosas secundárias divergentes em ângulos agudos. Suas folhas são alternadas, simples, elípticas, finamente denteadas e muito esclerófilas quando maduras (SELMAN, LOWMAN, 1983). Costumam durar aproximadamente dois anos sem decompor (LOWMAN, 1992).

Nothofagus moorei é hoje restrita a Austrália, na região do sudeste de Queensland e às regiões mais frias de Nova Gales do Sul (RIX, JACKSON, 2004), onde é a forma dominante (LOWMAN, BOX, 1983).

aff. *Nothofagus cretaceae* Zastawniak 1994
(Figura 37)

Material: impressões de folhas (ANTF 09-38bA, B, D, E, F), provenientes do nível cinza esverdeado escuro (5G 4/1)

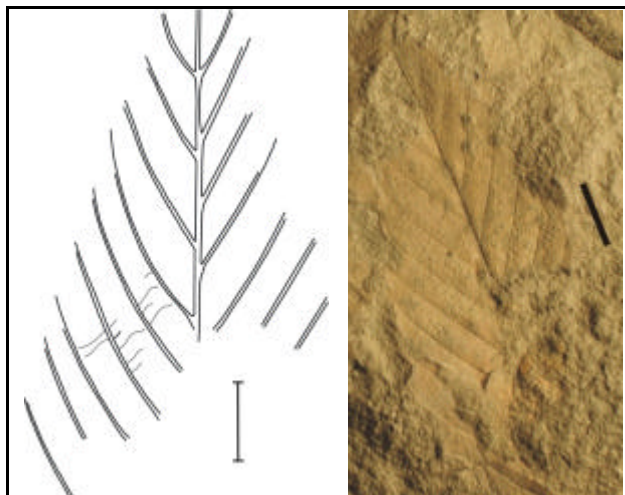


Figura 37 – aff. *Nothofagus cretaceae* Zastawniak (ANTF 09-38bA) Escala = 1 cm.

Descrição: Folhas incompletas, aparentemente ovadas (74 mm de comprimento e 37 mm de largura na porção preservada). Primária pinada, destacada (1 mm) e reta, de onde divergem pelo menos nove secundárias craspedodrómicas, de curso curvo e ascendente, e com espaçamento regular (5 mm em média). A ausência de caracteres marginais não permite avaliar a relação da terminação exmedial das secundárias com a margem e os dentes. Terciárias percorrentes. Venação plicada sugerindo hábito decíduo.

Discussão: Mais uma vez trata-se de um morfotipo relacionada à *Nothofagus* de ocorrência abundante e dispersa nas várias exposições da ilha King George, tendo sido já identificadas em inúmeros trabalhos anteriores, com elementos mais ou menos completos e nem sempre atribuídos a uma espécie formal (ZASTAWNIAK, 1981, Pl. 3, fig. 6; ZASTAWNIAK, 1994, Fig. 9; LI HAOMIN, 1994, Pl. 2, fig.4; DUTRA, 2000, Fig. 2A; DUTRA; BATTEN, 2000, Fig. 10; LI HAOMIN; ZHOU ZHENKUN, 2007, Fig. 2h).

Alguns destes exemplares provêm da própria ilha Dufayel (BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1986, Fig. 5, 10 e 11; DUTRA, 1997a, Fig. 6-4.17A2), tendo sido associados a *Nothofagus cretaceae* Zastawniak, forma caracterizada pelo grande número de secundárias, regularmente espaçadas e curvipinadas, caracteres que se coadunam com os aqui presentes. Faltam, no entanto, as ramificações das veias secundárias basais, típicas desta espécie, o que pode dever-se a preservação.

Por outro lado, a terminação das secundárias e os dentes não estão preservados nas formas de Zastawniak (1994), nem foram nominadas quando da diagnose do holótipo, o que também prejudica uma mais completa comparação. O epíteto específico escolhido pretendia

remeter a sua exclusividade em níveis do Cretáceo, já que os exemplares provinham do Monte Zamek, mas, morfologias similares ocorrem em níveis de distintas idades na ilha King George.

Outras formas de *Nothofagus* de características similares foram descritas para a Paleógeno da América do Sul e Península Antártica (ilha Seymour) por Dusén (1907; 1908), como *N. subferruginea* ou *Fagus obscura* Dusén, posteriormente também identificadas por Tanai (1986) para o Mioceno da Nova Zelândia.

Entre os modernos representantes do gênero os tipos morfologicamente mais similares são incluídos em *N. alessandri* (secção Fuscospora, pólen Fusca, DETTMANN, JARZEN; 1990), forma decídua e endêmica do Chile, considerada relictual pelo grande tamanho de suas folhas. Como o resto das Nothofagaceae é exclusivo do Hemisfério Sul, onde vive atualmente nas latitudes mais baixas da distribuição.

Nothofagus sp.1
(Figura 38)

Afinidade: *Nothofagus (Fagus) magellanica* Engl. (Dusén, 1908) e forma atual de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Blume 1851

Material: impressão de folha (amostra ANTF 09-37bB), proveniente do nível cinza esverdeado escuro (5G 4/1)

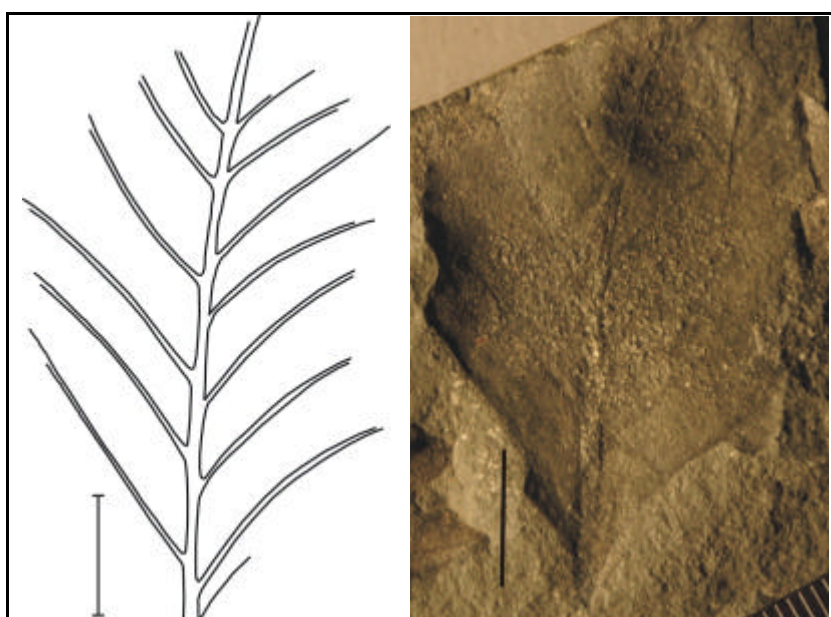


Figura 38 – *Nothofagus* sp.1, aff. *Nothofagus (Fagus) magellanica* Engl. (Dusén) e forma atual de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Blume (ANTF 09-37bB) Escala = 1 cm.

Descrição: Lâmina assimétrica e incompleta, onde faltam os caracteres marginais (comprimento de 22 mm e largura de 11 mm na porção preservada). Base cuneada, primária pinada e destacada (2,1 mm de espessura), com suave curvatura. Numerosas veias secundárias e craspedódromas divergindo da primária em ângulos agudos e, logo a seguir, com cursos distintos para cada um dos lados da folha, mais abertos no lado esquerdo da lâmina. O primeiro par de secundárias acompanha a margem de modo próximo e paralelo, sem bifurcações visíveis. Venação de ordem mais alta ausente.

Discussão: Tipos de morfologia similar foram apontados para a ilha King George por Dutra (1997a, Figs. 6-426A1 e 6-426C1) e identificados no Mount Wawel. Foram associados à forma moderna *N. obliqua* caracterizada por assimetria da lâmina foliar. Entre as formas previamente estudadas para a ilha Dufayel por Zastawniak (BIRKENMAJER; ZASTAWNIAK, 1986) e Dutra (1997a), nenhuma apresenta caracteres compatíveis com este morfotipo.

Na ilha Seymour Dusén (1908, Tab. III, fig. 7-9) atribuiu este morfotipo a *Nothofagus (Fagus) magellanica* Engl., identificada originalmente para as camadas de Lota e Coronel, no Chile, por Engelhardt (1981).

Romero (1980) e Tanai (1986) ao abordarem as folhas das espécies modernas da América do Sul chamaram igualmente a atenção para o caráter assimétrico das folhas de *N. obliqua*, caracterizadas ainda por pecíolo espesso e um expressivo número de secundárias craspedódromas (8 a 9 pares).

As Nothofagaceae e seu único gênero, *Nothofagus*, com quatro secções ou subgêneros, possuem hoje uma distribuição ampla no Hemisfério Sul, mas disjunta, entre a América do Sul e Australásia (HEYWOOD *et al.*, 2007).

4.2 Síntese dos Dados Paleoflorísticos

Resumindo o registro identificado para as camadas fossilíferas da ilha Dufayel, a Figura 39 mostra o número de indivíduos por família botânica proposta, a Figura 40, o número de exemplares por grupo morfológico e a Tabela 3 apresenta as associações taxonômicas propostas para os exemplares analisados.

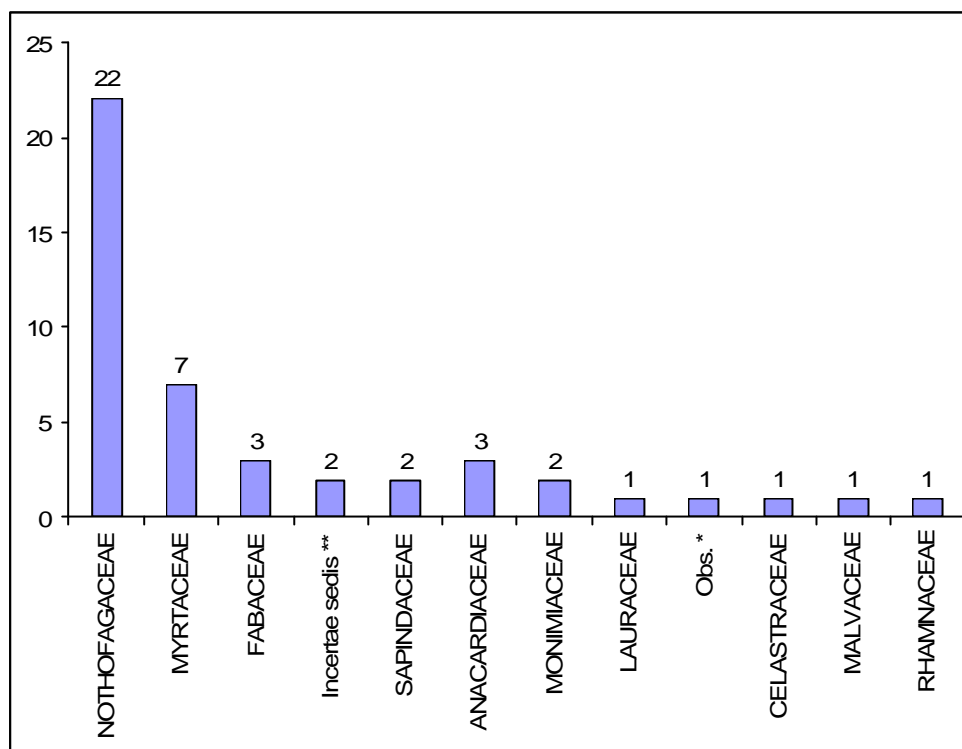


Figura 39 - Representação, em números de exemplares, das principais associações familiares propostas para os elementos presentes na taoflora da ilha Dufayel (Obs. * = Afinidade com *Dicotylophyllum* sp. 8 Li; ** = *Incertae sedis*).

Das 142 impressões que compunham o material proveniente das amostras, foi possível estabelecer, embora com alguns elementos duvidosos, afinidades botânicas para 46 delas, tanto com formas fósseis, como com as ainda presentes na vegetação. Destes, para 38 exemplares (82,61%) foi possível propor uma afinidade específica com *Cryptocarya densiflora* (n=1), *Roophyllum nordenskjoeldi* (n=1), *Cupania patagonica* (n=2), *Monimiophyllum antarcticum* (n=2), *Myrciophyllum santacruzense* (n=3), *Myrcia chubutensis* (n=1), *Myrcia* cf. *reticulato-venosa* (n=1), *Sterculiaephyllum australis* (n=1), *Nothofagus betulifolia* (n=16), *Nothofagus cretaceae* (n=5), *Nothofagus* (*Fagus*) *magellanica/Nothofagus obliqua* (n=1), cf. *Cassia argentinensis* (n=3), *Ziziphus santaflavensis* (n=1), e quatro, a nível genérico (8,70%), a saber: *Maytenus* (n=1), *Myrcia* (n=1), *Eucalyptus* (n=1) e *Anacardites* ? (n=1). Para um exemplar foi possível encontrar apenas uma afinidade no nível de família (2,17%) com as Celastraceae (n=1) e para dois, nem mesmo a este nível foi possível propor afinidades (4,35%). Finalmente, para um exemplar (2,17%), foi apenas associado ao gênero-forma *Dicotylophyllum* sp. 8 Li Haomin.

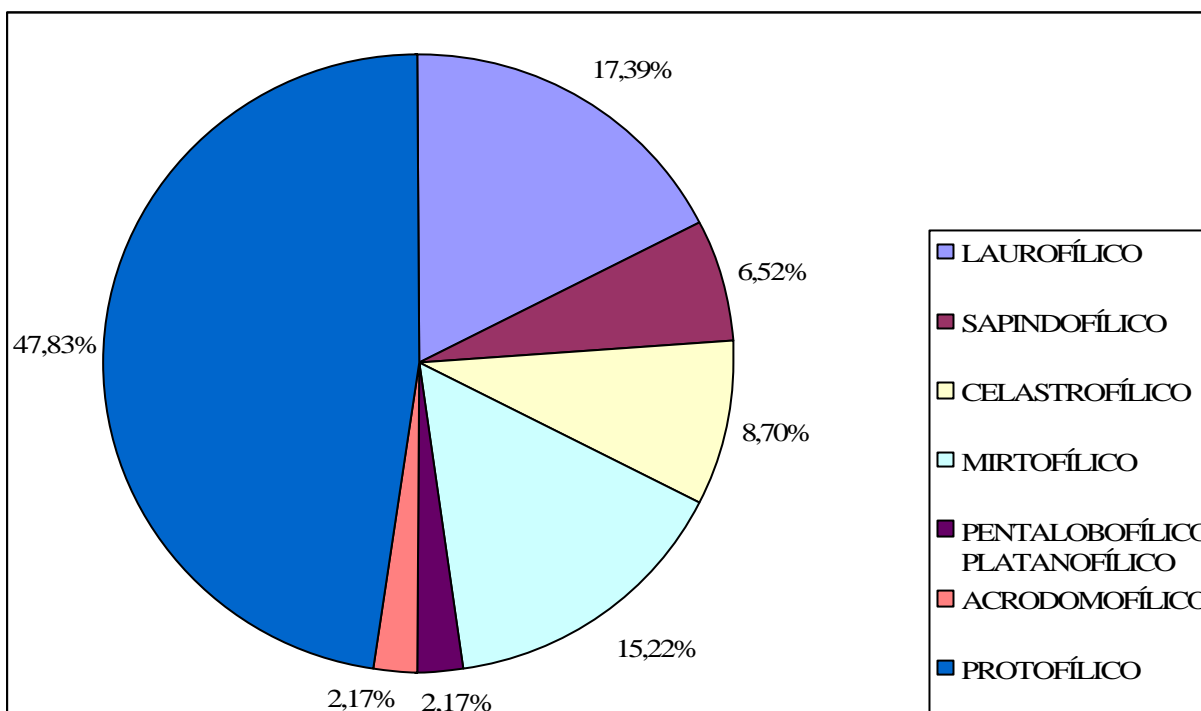


Figura 40 - Representação percentual dos distintos grupos morfológicos de angiospermas de Crabtree (1987), na taflora da ilha Dufayel.

Com relação ao tamanho das amostras, medidas na porção preservada, 43 exemplares são microfílicos e três exemplares são nanofílicos.

A presença significativa de formas de *Nothofagus* nas floras Antárticas, aqui representado em 47, 83% das impressões, já foi apontada por distintos autores (BIRKENMAJER; ZASTAWNIK, 1986; DETTMANN; JARZEN, 1990; TRUSWELL, 1990; DUTRA; BATTEN, 2000; DUTRA, 1997a, 2001; 2004). Dutra (1997a) tabulou estatisticamente proporções similares de ocorrência do gênero que coincidem com aquela dos níveis datados como correspondendo ao final do Paleoceno e Eoceno Inferior, numa sucessão paleoflorística da ilha King George que se estende entre o Cretáceo Superior e o Oligoceno Inferior.

Finalmente, do total de famílias botânicas obtidas neste trabalho (Tabela 3) e nos trabalhos prévios de Birkenmajer e Zastawniak (1986, Tabela 1) e Dutra (1997a, Tabela 2), seis mostraram-se comuns aos três estudos: Nothofagaceae, Sapindaceae, Rhamnaceae, Lauraceae, Myrtaceae (secção Myrtoidea) e Malvaceae. Afinidades com as famílias Celastraceae, Smilacaceae e Melastomataceae e com Myrtaceae da secção Leptospermoidea são registradas aqui pela primeira vez, embora a última tenha sido igualmente apontada de modo informal por Dutra (1997a).

Tabela 3 - Síntese das formas presentes nas amostras da ilha Dufayel, sua afinidade taxonômica, ocorrência fóssil e idades apontadas nas várias bacias em latitudes altas do Hemisfério Sul.

Grupo Morfológico (CRABTREE, 1987)	Exemplar (este trabalho)	Família (afinidade)	Afinidade	Ocorrência na ilha KG(afinidade)	Ocorrência fóssil outras áreas	Idade
LAUROFÍLICO	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 1	LAURACEAE	<i>Cryptocarya</i> sp. (m)		Austrália (G) Tasmânia (G) Nova Zelândia (G) Tailândia (G) Patagônia (G) Chile (G)	Eoceno Inferior Eoceno Inferior Mioceno Médio e Superior Oligoceno Superior e Mioceno Inferior Paleoceno-Eoceno Eoceno Inferior
	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 2	ANACARDIACEAE	<i>Roophyllum nordenskjöldi</i> (f)	Pontal Hennequin Morro dos Fósseis (G) Monte Wawel (G)	Patagônia (Rio Turbio e Cañadon Hondo)	Eoceno Terciário Eoceno Inferior Paleoceno – Eoceno Inferior Paleoceno Superior – Eoceno Inferior
	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 3	FABACEAE	cf. <i>Cassia argentinensis</i> (f)	Morro dos Fósseis Pontal Hennequin	Patagônia	Paleoceno – Eoceno Inferior Terciário
	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 4	<i>Incertae sedis</i>				
	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 5	<i>Incertae sedis</i>	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 8 Li (f)	Morro dos Fósseis		Eoceno Inferior
SAPINDOFÍLICO	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 6	ANACARDIACEAE	<i>Anacardites</i> ? (f)		Chile (<i>Schinus</i> sp.) Argentina Estados Unidos, Europa, Ásia, México, América Central e Sul, Antilhas (F) México (<i>Taipira</i> sp.)	Eoceno Inferior Eoceno Mioceno Oligoceno-Mioceno
	<i>Cupania patagonica</i>	SAPINDACEAE	(f)	Pontal Block Morro dos Fósseis	Argentina (Rio Turbio) Chile, Pichileufu (G) Chile (G)	Cretáceo ou Paleógeno basal Eoceno Inferior Paleoceno-Eoceno Inferior Paleoceno-Eoceno Paleógeno
CELASTROFÍLICO	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 7	CELASTRACEAE	<i>Maytenus</i> (m)		Chile, Coronel (G) Argentina (G) Hemisfério Norte (G)	Eoceno Inferior Mioceno Eoceno
	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 8	CELASTRACEAE	<i>Incertae sedis</i>		Brasil Sul da América (G)	Neógeno Eoceno Inferior
	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 9	MONIMIACEAE	<i>Monimiophyllum antarcticum</i> (f)	Morro dos Fósseis		Eoceno Inferior
MIRTOFÍLICO	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 10	MYRTACEAE	<i>Myrcia chubutensis</i> (f)	Morro dos Fósseis Glacial Collins	Ilha Livingston (G) James Ross (G) Chile (Lote, Coronel) (G)	Cretáceo Superior Eoceno Eoceno Inferior
	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 11		<i>Myrcia</i> cf. <i>M. reticulato-venosa</i> (f)		R. Pichileufú (G)	Eoceno Inferior
	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 12		<i>Myrcia</i> (m)		Argentina (Rio Negro) (G) Argentina (Rio Turbio) (G)	Eoceno Inferior Paleoceno Superior
	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 13	MYRTACEAE	<i>Myrcia santacruzensis</i> (f)	Monte Zamek	Argentina (Patagônia)	Cretáceo Superior Paleoceno Superior

Grupo Morfológico (CRABTREE, 1987)	Exemplar (este trabalho)	Família (afinidade)	Afinidade	Ocorrência na ilha KG(afinidade)	Ocorrência fóssil outras áreas	Idade
	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 14	MYRTACEAE	<i>Eucalyptus</i> (m)		Arg (Lag. del Hunco) (G) Arg. (B. de Neuquén) (G) Austrália (G) N. Zelândia (G)	Paleoceno-Eoceno Mioceno Oligoceno Superior-Plioceno Eoceno-Mioceno
PENTALOBOFÍLICO/ PLATANOFÍLICO	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 15	? MALVACEAE	<i>Sterculiaephyllum australis</i> (f)	Monte Zamek Morro dos Fósseis (G)	Ilha Seymour (G) Chile (Cerro Guido) (G) Chile (Cerro Baguales) (G) Argentina (Chubut) (G) América do Norte (G)	Cretáceo Superior Cretáceo-Eoceno Inferior Paleoceno-Eoceno Paleoceno Inferior Cretáceo (Coniaciano) Cretáceo Superior
		RHAMNACEAE	<i>Ziziphus santaflavensis</i> (f)	Pontal Block (G)	Argentina (Rio Turbio) (G)	Eoceno Inferior
ACRODOMOFÍLICO	<i>Dicotylophyllum</i> sp. 16	RHAMNACEAE		P. Hennequin (F)	Am. Sul, Austrália e N. Zelândia (F) Chile (F)	Eoceno Inferior Palógeno Oligoceno Superior
		NOTHOFAGACEAE	<i>Nothofagus betulifolia</i> (f)	Morro dos Fósseis		Eoceno Inferior
		NOTHOFAGACEAE	<i>Nothofagus cretaceae</i> (f)	Monte Zamek		Cretáceo Superior
PROTOFÍLICO	<i>Nothofagus</i> sp. 1	NOTHOFAGACEAE	<i>Nothofagus (Fagus) magellanica</i> (f) <i>Notofagus obliqua</i> (m)		Patagônia	Eoceno Inferior

Legenda: f = fóssil; m = moderna; G = gênero; F = família

4.3 Relações Estratigráficas e Correlação das Floras do Grupo Dufayel Island com as das Bacias Austrais da Oceania e América do Sul Meridional

Em comparação com assembléias fósseis da Oceania e sul da América do Sul, a taoflora da ilha Dufayel apresenta em comum vários táxons (Tabela 3). Nestas regiões dominam as formas em bacias de idade Eoceno Inferior, tais como, *Cupania patagonica*, *Monimiophyllum antarcticum*, *Ziziphus santaflavensis*, *Nothofagus (Fagus) magellanica*, *Cryptocarya*, *Anacardites*, *Maytenus* e *Myrcia*, porém também ocorrem formas em idade Paleoceno e apenas as formas palmadas, como *Sterculiaephyllum australis*, são encontradas também no Cretáceo.

Nas taofloras da ilha Dufayel, Austrália, Nova Zelândia, Tasmânia, Chile e Argentina, a família Nothofagaceae geralmente está associada às representantes das famílias Myrtaceae, Lauraceae e Sapindaceae.

4.4. Comparação da Assembléia de Dufayel com os Elementos e Biomas Modernos

De acordo com Birkenmajer e Zastawniak (1986) é muito difícil comparar a flora fóssil do Grupo Dufayel Island com a vegetação recente devido ao fragmentário estado de preservação das formas. Segundo estes autores, apenas dois táxons recentes, o gênero *Nothofagus* e a família Myrtaceae, estariam confirmadamente presentes na assembléia da ilha Dufayel. Além disto, no material analisado por aqueles autores, a posição sistemática de *?Dodonea*, *?Sterculia*, *Tetracera patagonica*, entre outras seria incerta e a ocorrência de famílias tais como Cochlospermaceae, Dilleniaceae, Leguminosae Juss., Sapindaceae, Sterculiaceae Vent. ex. Salisb. e Verbenaceae, não pode ser provada pelos mesmos.

Neste trabalho, encontramos na taoflora da ilha Dufayel, uma afinidade com 12 famílias da flora moderna, com ocorrência comum na Oceania e América do Sul.

Considerando as dificuldades já apontadas por Birkenmajer e Zastawniak (1986), consideramos que apenas as famílias recentes Lauraceae, Celastraceae, Myrtaceae, Nothofagaceae e Sapindaceae podem ser atribuídas com algum grau de certeza à assembléia da ilha Dufayel. As demais afinidades com Anacardiaceae, Monimiaceae, Malvaceae, Smilacaceae, Melastomataceae, Rhamnaceae e Fabaceae são incertas, principalmente porque

as amostras analisadas apresentam características que podem ser atribuídas a mais de uma família moderna.

A presença de representantes das famílias Myrtaceae e Nothofagaceae associadas à Lauraceae, permite comparar a assembléia da ilha Dufayel com a floresta subtropical de Valdívia, no Chile e com as florestas temperadas do oeste da Patagônia, similaridade este que já havia sido previamente apontada por Birkenmajer e Zastawniak (1986) e Hunt e Poole, (2003). Dutra (2001) descreve parte da flora da ilha King George, do Paleoceno?-Eoceno Inferior, como sendo similar às “floras mistas” do Paleógeno da Argentina (ROMERO, 1978).

5 CONCLUSÕES

Determinar a afinidade taxonômica de fósseis de angiospermas não é tarefa fácil, principalmente quando os espécimens se restringem apenas a material vegetativo e a restos de folha incompletos e, além disto, provenientes apenas de impressões. Assim, optou-se por seu tratamento através de grupos morfológicos, estabelecendo afinidades com formas anteriormente descritas para o registro, e com floras fósseis e atuais, sempre que houvesse certo grau de segurança.

Os ambientes vulcânicos da ilha King George, em cuja baía Ezcurra situa-se a ilha Dufayel, foram formados durante o Cretáceo e Terciário e os produtos deste vulcanismo foram os principais agentes para a preservação dos restos de flora. A presença dos restos foliares carbonizados em material que teria se depositado próximo ao cone vulcânico sugere a existência de gradientes altitudinais, os quais também devem ter contribuído na composição da taoflora. Os diversos ambientes que ali existiam antes da separação do Gondwana, inicialmente utilizados para a livre dispersão dos táxons, com a separação das massas de terra austrais e a chegada do frio, acabam por preceder no tempo, muitos biomas modernos que caracterizam as áreas vegetadas das médias e altas latitudes do Hemisfério Sul.

Em termos do registro fóssil, muitos dos elementos encontrados na taoflora da ilha Dufayel mostram afinidades com os presentes em bacias da Oceania, América do Sul e da própria Antártica. Na Austrália, correspondem aos restos identificados na Formação Taratu, (Berwick Quarry Flora, Monte Hothan), na Nova Zelândia, aos do Grupo Manuherikia e Formação Kakahu, principalmente pelo conteúdo em Lauraceae e *Nothofagus*. Os registros aí se estendem entre o Eoceno Inferior e o Mioceno Superior e, a partir do Eoceno, também com representantes de Myrtaceae (sect. Leptospermoidea), que se manterão até o Mioceno.

Mas é com as bacias da América do Sul, principalmente da Patagônia (Rio Chalia, Rio Pichileufú, Mirhoja, Rio Turbio, Rio Negro, Cañadon Hondo, Rio Guillermo, Cerro Bagualles, Cerro Cachematan, Magallanes, Barrancas, Carmen Silva, Estância Primavera, Punta Arenas, Rio das Minas, Chubut, Laguna Del Hunco, Matanzas, Lota, Coronel, Caleta Cacholguie) que as maiores afinidades com a taoflora de Dufayel estão presentes. São registradas em variedade comparável, com Anacardiaceae, Fabaceae, Sapindaceae, Celastraceae, Myrtaceae (Myrtoideae), Malvaceae, Rhamnaceae e Melastomataceae. O registro fóssil se estende entre o final do Cretáceo e o Eoceno Inferior.

Em outras áreas da Península a maior identidade de formas ocorre com os níveis do

Eoceno Inferior da sub-bacia de James Ross (Formação La Meseta) e, na própria ilha King George, com as assembléias eocênicas do Pontal Hennequin e Morro dos Fósseis, apesar de certa identidade menos expressiva, com as ocorrências da Formação Zamek, atribuída ao Cretáceo Superior. As formas comuns são representadas pelas Anacardiaceae, Fabaceae, Sapindaceae, Myrtaceae (Myrtoideae), Malvaceae, Smilacaceae, Melastomataceae e Rhamnaceae.

A taoflora da ilha Dufayel é dominada por formas foliares de angiospermas, destacando-se os representantes do gênero *Nothofagus*. No material avaliado neste trabalho não foram identificadas formas de gimnospermas e nem pteridófitas, apesar de existirem alguns registros em trabalhos anteriores.

O tamanho das impressões foliares caracteriza a taoflora da ilha Dufayel como uma Flora Microfílica, o que sugere um paleoambiente com temperaturas médias baixas, em condições climáticas subtropicais a temperadas quentes, de acordo com o grande número de formas de margens inteiras e lisas, principalmente à custa da representação em Lauraceae. Outra característica foliar que poderia ratificar esta situação climática, como forma do ápice, estava muito mal preservada ou ausente.

Na taoflora da ilha Dufayel ocorrem, simultaneamente, exemplares cuja afinidade pode ser comparada a de gêneros e/ou espécies atuais, que ocorrem exclusivamente na Oceania, tais como *Eucalyptus* e *Nothofagus moorei*, e ainda a presença de exemplares com afinidade com gêneros e/ou espécies modernos que ocorrem exclusivamente na América do Sul, como *Myrcia* sp. e *Nothofagus obliqua*. Além destes, restos com afinidades ao gênero *Maytenus* (Celastraceae), encontrados na taoflora da ilha Dufayel, ocorrem nos dias atuais em ambas as regiões (Oceania e América do Sul). A distribuição moderna destas espécies e/ou gêneros pode ser explicada pela presença de uma massa única de terra (Gondwana) ligando em tempos pretéritos, os continentes hoje separados.

Alguns outros elementos registrados na taoflora de Dufayel são especialmente interessantes. A presença de *Eucalyptus*, por exemplo, confirma as ligações que havia entre a Península Antártica, a Patagônia e a Australásia, no passado, já que modernamente este gênero é restrito à Austrália e Nova Guiné. Por sua vez, a afinidade com *Myrcia santacruzensis*, que é comunicada pela primeira vez para a ilha Dufayel, também indica uma conexão desta região da Antártica com a Patagônia, onde originalmente esta espécie havia sido descrita.

Na ausência de uma proposta que englobe a sucessão como um todo, o estabelecimento dos tipos de plantas fósseis presentes na ilha Dufayel constitui uma

importante ferramenta para as correlações com outras assembléias da ilha e das bacias austrais e apóia a idade Eoceno Inferior para os níveis com fósseis e está de acordo com aquela obtida por métodos absolutos nos depósitos vulcânicos associados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIE, R. J. The Geology of Antarctica. In: Wexler, H., Rubin, M.J. and Caskey, J.E. (ed.) Antarctic Research. **The Mattew Fontaine Maury Memorial Symposium Washington D.C.**, American Geophysical Union, Geophysical Monograph, v. 7, p.26-39, 1962.

ADIE R. J. Stratigraphic correlation in West Antarctica. In: R. J. ADIE (Eds.) **Antarctic Geology**. Proceedings of the First International Symposium on Antarctic Geology, pp.307-313, 1964.

ANDERSON, J. M.; VAN WYK, B. The Higher Plants. In: J. M. ANDERSON (ed.) **Towards Gondwana Alive**, Gondwana Alive Society. p. 52-57, 1999.

APG II.. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 141, 399–436. With 1 figure, 2003.

ASHWORTH, A. C.; CANTRILL, D. J. Neogene vegetation of the Meyer Desert Formation (Sirius Group) Transantarctic Mountains, Antarctica. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 213, p. 65-82, 2004.

ASKIN, R. A. Jurassic-Cretaceous palynology of Byers Peninsula, Livingston Island, Antarctica. **Antarctic Journal of the United States**, v.16, n. 5, p. 11-13, 1981.

ASKIN, R. A. Tithonian (Uppermost Jurassic) - Barremian (Lower Cretaceous) spores, pollen and microplankton from the South Shetland Islands, Antarctica. In: R.L. OLIVER, P.R. JAMES, J.B. JAGO (Eds.) **Antarctic Earth Sciences**, pp. 295-297. 1983.

ASKIN, R. A. The palynological record across the Cretaceous/Tertiary transition on Seymour Island, Antarctica. In: FELDMANN, R.M. WOODBURN, M.O. (Eds.) **Geology and Paleontology of Seymour Island**. Memoir of The Geological Society of America, Boulder, Colorado, n.169, p. 155-162, 1988.

ASKIN, R. A. Endemism and heterochroneity in the Late Cretaceous (Campanian) to Paleocene palynofloras of Seymour Island, Antarctica: implications for origing, dispersal and palaeoclimates of southern floras. From: CRAME, J. A. (Eds.), **Origins and Evolution of the Anractic Biota**, Geological Society Special Publication n. 47, pp. 107-119, 1989.

ASKIN, R. A. Campanian to Paleocene spore and pollen assemblages of Seymour Island,

Antarctica. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 65: 105-113, 1990.

ASKIN, R. A.; ELLIOT, D. H.; STILWELL, J. D.; ZINSMEISTER, W. J. Stratigraphy and paleontology of Campanian and Eocene sediments, Cockburn Island, Antarctic Peninsula. **Journal South American Earth Sciences**, 4: 99-117, 1991.

BACKLUND, M.; OXELMAN, B.; BREMER, B. Phylogenetic relationships within the Gentianales based on ndhf and rbcL sequences, with particular reference to the Loganiaceae. **American Journal of Botany**, v.87, n.7, p. 1029-1043, 2000.

BAITELLO, J. B. Lauraceae. In **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo** (M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd, A. M. Giulietti & T. S. Melhem, (eds.) FAPESP, São Paulo. v.3, p.149-223, 2003.

BALDONI, A. M. Características generales de la megafloora, especialmente de la especie *Ptilophyllum antarcticum*, en el Jurásico Superior- Cretácico Inferior de la Antártida y Patagonia, Argentina. **Boletín IG-USP**, Série Científica, v.17, p. 77-87, 1986.

BALDONI, A. M. Nuevas descripciones palinológicas en la zona de Collon Cura (Terciario Inferior) Provincia de Neuquén Argentina. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 4. **Anais**. Bolívia, v. 1, p. 399-414. 1987a.

BALDONI, A. M. Estudios Palinológicos de la Zona de Collon Cura, Provincia del Neuquén, sobre elementos del Terciario Inferior y redepositados del Cretácico Inferior. **Revista Española de Micropaleontología**, v. 19, n.3, p. 367- 411, 1987b.

BALDONI, A. M.; ASKIN, R. A. Palynology of the Lower Lefipan Formation (Upper Cretaceous) of Barranca de Los Perros, Chubut Province, Argentina. Part II. Angiosperm pollen and discussion. **Palynology**, v. 17, p. 241-264. 1993.

BARALE, G.; PHILIPPE, M.; TORRES, T.; COVACEVICH, V. Triassic floras from Williams Point, Livingston Island (South Shetland Island, Northern Antarctica). **Compte Rendue de la Academie des Sciences**, Paris, v. 319, n.2, p.141-147, 1994.

BARKER, P. F.; GRIFFITHS, D. H. The evolution of the Scotia Ridge and Scotia Sea. **Philosophical Transactions the Royal Society of London**, v. A 271, p. 151-183, 1972.

BARKER, P. F. The Cenozoic subduction history of the Pacific margin of the Antarctic Peninsula: Ridge Crest trench interactions. **Journal of the Geological Society of London**, v. 139, n.6, p. 787-802, 1982.

BARKER, P. F. Scotia Sea regional tectonics evolution: implications for mantle flow and palaeocirculation, **Earth Science Reviews**, 55, 1-39, 2001.

BARKER, P. F.; BURRELL, J. The opening of Drake Passage. **Marine Geology**, v.25, p.15-34, 1977.

BARNES, R. P.; RIDING, J. B. Angular unconformity between the López de Bertodano and La Meseta Formations (Campanian-Maastrichtian and Eocene), Cockburn Island, northern Antarctic Peninsula. **Journal of South American Earth Sciences**, v.7, n.1, p. 35-44, 1994.

BARTON, C. M. The geology of King George Island. Falkland Islands Dependencies Survey, **Preliminary Report**, v. 12, p. 1-18, 1961.

BARTON, C. M. Significance of Tertiary fossil floras of King George Island, South Shetland Islands. In: ADIE, R. J., (Eds.) **Antarctic geology-proceedings of the first international symposium on antarctic geology, Cape Town, 1963**. Amsterdam: North Holland Publishing Company, p. 603-608, 1964.

BARTON, C. M. The Geology of South Shetland Islands. III. The stratigraphy of King George Island. **Scientific Reports of the British Antarctic Survey**, 44: 1-33, 1965.

BARREDA, V.; PALAZZESI, V. Patagonian Vegetation Turnovers during the Paleogene – Early Neogene: Origen of Arid-adapted Floras. **The Botanical Review** 73(1): 31-50, 2007.

BARROSO, G. M.; GUIMARÃES, E. F.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; PEIXOTO, A. L. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. v.1. 2ª ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2002.

BELL, C. M. The geology of Southern Alexander Island. **British Antarctic Survey Bulletin**. n. 33-34, p.1-16, 1973.

BERRY, E. W. Some paleontological results of the Swedish South Polar Expedition under Nordenskiöld. **Science**, p. 656-661, 1913.

BERRY, E. W. The Lower Eocene floras of southeastern North America. **The US Geological Survey**, Professional Papers, 91: 1-481, 1916.

BERRY, E. W. Mesozoic plants from Patagonia. **American Journal of Science**, New York,

v.5, n.7 p. 473-482, 1924.

BERRY, E. W. A Miocene flora from Patagônia. Johns Hopkins. **University Study Geologic**, 6:183-250, 1925.

BERRY, E.W. Tertiary fossil plants from the Argentine Republic. **Proceedings United States National Museum** 73: 1-27, 1928.

BERRY, E. W. Fossil plants from Chubut Territory collected by Scarrit Patagonian Expedition. **American Museum Novitates**, 536:1-10, 1932.

BERRY, E. W. Eocene plants from Río Turbio in the Territory of Santa Cruz, Patagonia. **Johns Hopkins. University Study Geologic**. 12:91-98, 1937a.

BERRY, E. W. A Paleocene flora from Patagonia. Studies in Geologie, **The John Hopkins University Studies in Geology**, 12:33-50, 1937b.

BERRY, E. W. An upper Cretaceous flora from Patagonia. **Johns Hopkins University Studies in Geology**, Baltimore, v.12, p.11-32. 1937c

BERRY, E. W. Tertiary flora from the Rio Pichileufu, Argentina. **Geological Society of America Special Papers**. Number 12:149, p. 1938.

BIBBY, J. S. The geology of Ezcurra Inlet and Point Thomas, Admiralty Bay, King George Island, South Shetland. Falkland Island Department Survey, **Preliminary Geological Report**, n.8, p.10, 1961.

BIBBY, J. S. The stratigraphy of part of north-east Gaham Land and James Ross Island Group. **Browse Surface Science Reports** 53, 1-37, 1966.

BIRKENMAJER, K. Tertiary volcanic-sedimentary succession at Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). **Studia Geologica Polonica**, v.64, p. 7-65, 1980.

BIRKENMAJER, K. Lithostratigraphy of the Point Hennequim Group (Miocene volcanics and sediments) at King George Island (South Shetland Islands Antarctica). **Studia Geologica Polonica**, v.72, p. 59-73, 1981.

BIRKENMAJER, K. Pliocene tillite-bearing succession of King George Island (South

Shetland Islands, Antártica). **Studia Geologica Polonica**, v. 74, p. 7-72, 1982a.

BIRKENMAJER, K. Mesozoic stratiform volcanic-sedimentary succession and Andean intrusions of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, West Antarctica). **Studia Geológica Polonica**, 74 (3): 105-153, 1982b.

BIRKENMAJER, K. Mesozoic and Cenozoic stratigraphic units in parts of the South Shetland Islands and northern Antarctic Peninsula (as used by the Polish Antarctic Programmes). **Studia Geologica Polonica**, 118 5-188, 2001.

BIRKENMAJER, K. Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, West Antarctica): A geological monograph. **Studia Geologica Polonica** 120 5-73. (Geological Map and Cross-sections, 1:50 000, by K. Birkenmajer), 2003.

BIRKENMAJER, K.; DELITALA, M. C.; NAREBSKI, W.; NICOLETTI, M.; PETRUCCIANI, C. Geochronology and migration of Cretaceous through Tertiary plutonic centers, South Shetland Islands (West Antarctica): subduction and hot spot magmatism. **Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences, Terre**, 34(3):243-255, 1986.

BIRKENMAJER, K.; GAZDZICKI, A.; KRAJEWSKI, K. P.; PRZYBYCIN, A.; SOLECKI, A.; TATUR, A.; YOON, H. I. First Cenozoic glaciers in West Antarctica. **Polish Polar Research**, 26:3-12, 2005.

BIRKENMAJER, K., GAZDZISCKI, A. KREUZER, H.; MÜLLER, P. K-Ar dating of the Melville Glaciation (Early Miocene) in West Antarctica. **Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Earth-Science**, 33:15-23, 1985.

BIRKENMAJER, K.; NAREBSKI, W.; NICOLETTI, M.; PETRUCCIANI, C. K-Ar ages of the "Jurassic volcanics" and "Andean" intrusions of King George Island, South Shetland Islands (West Antarctica). **Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences, Terre**, 30 (1982), 121-131, 1983a.

BIRKENMAJER, K.; NAREBSKI, W.; NICOLETTI, M. & PETRUCCIANI, C. Late Cretaceous through Late Oligocene K-Ar ages of the King George Island Supergroup volcanics, South Shetland Islands (West Antarctica). **Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences, Terre**, 30: 133-143, 1983b.

BIRKENMAJER, K.; ZASTAWNIAK, E. Plant Remains of the Dufayel Island Group (Early Tertiary?), King George Island, South Shetland Islands (West Antarctic). **Acta Paleobotânica**, 26(1-2):33-54, 1986.

BIRKENMAJER, K.; ZASTAWNIAK, E. Late Cretaceous-Early Tertiary floras of King George Island, West Antarctic: their stratigraphic distribution and palaeoclimatic significance. In: ORIGINS AND EVOLUTION OF THE ANTARCTIC BIOTA (Eds. J.A. Crame). **The Geological Society**, London, Special. Publication, 47:227-240, 1989a.

BIRKENMAJER, K.; ZASTAWNIAK, E. Late Cretaceous- Early Neogene Vegetation History of the Antarctic Peninsula Sector, Gondwana Break-up and Tertiary Glaciations. **Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences**, Terre, Earth Science., 37:63-88, 1989b.

BOARDMAN, D.; DUTRA, T. D. Upper Paleocene?- Lower Eocene fossils related to Araucariaceae from King George Island, Antarctic Peninsula. In: VII INTERNATIONAL ORGANIZATION OF PALEOBOTANICAL CONFERENCE, Bariloche: Argentina, **.Abstracts**, p. 86, 2005.

BOHOYO, F.; GALINDO-ZALDÍVAR, J.; JABALOY, A.; MALDONADO, ARODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, J.; SCHREIDER, A. A. ; SURIÑACH, E. Development of deep extensional basins associated with the sinistral transcurrent fault zone of the Scotia-Antarctic plate boundary, In **Antarctica: A Keystone in a Changing World – Online Proceedings of the 10th ISAES X**, edited by A.K. Cooper and C.R. Raymond et al., USGS Open-File Report 2007-1047, Extended Abstract 042, 4 p., 2007.

BOND, M. R.; VIZCAÍNO, M. A. Mamíferos continentales de la Formación La Meseta (Terciario, Antártida). Biocronología. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13 E SIMPÓSIO PALEONTOLÓGICO DO CONE SUL, 1. São Leopoldo, RS. **Boletim de Resumos**, Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 93,1993.

BORNSTEIN, A. J. Celastraceae. In: R.A. HOWARD (Eds.). **Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands - Dicotyledoneae**. Harvard University, Massachusetts, v. 5, pt. 2, pp. 113-125, 1989.

BOSE, M. N.; TAYLOR, E. L.; TAYLOR, T. N. Gondwana Floras of India and Antarctica. A survey and appraisal. In: T. N. TAYLOR & E. L. TAYLOR (Eds.) **Antarctic Paleobiology** Springer Verlag, New York, pp. 118- 148, 1990.

BOTANIC GARDENS TRUST (2 maio 2009). Flora Online, in PlantNET - **The Plant Information Network System of Botanic Gardens** Trust, Sydney, Australia (version 2.0); Disponível em : <. <http://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au> >. Acesso em: 12.11.2008.

BROWN, R. W. Additions to the flora Green River Formation. US **Geological Survey** Professional Papers, 154-J: 279-299, 1929.

BROWN, B.; GAINA, C.; DIETMAR, R. M. Circum-Antarctic palaeobathymetry: Illustrated examples from Cenozoic to recent times. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 231: 158–168, 2006.

BURNHAM, R. J. Relationships between standing vegetation and leaf litter in a paratropical forest: Implications for Paleobotany. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 58, p. 5-32. 1989.

BURNHAM, R. J.; SPICER, R. A. Forest litter preserved by volcanic activity at El Chicón, Mexico: a potentially accurate record of the pre-eruption vegetation. **Palaios**, v. 1, p. 158-161, 1986.

BUTTERWORTH, P. J.; MACDONALD, D. I. M. Basin shallowing from the Mesozoic Fossil Bluff Group of Alexander Island and its regional tectonic significance. In: THOMSON, M.R.A., CRAME, J.A., THOMSON, J.W.; **Geological Evolution of Antarctic**. Cambridge University Press, Cambridge (Proceedings of the V INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANTARCTIC EARTH SCIENCES, Robinson College, Cambridge, p. 449- 454. 1991.

CANTRILL, D. J. A petrified cycad trunk from the Late Cretaceous of the Larsen Basin, Antarctica. **Alcheringa** 24: 307-318, 2000.

CANTRILL, D. J.; NICHOLS, G. J. Taxonomy and paleoecology of Early Cretaceous (Late Albian) angiosperm leaves from Alexander Island, Antarctica. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 92:1-28, 1996.

CAO LIU. Late Cretaceous and Eocene palynofloras from Fildes peninsula, King George Island (South Shetland Island), Antarctica. In: YOSHIDA, Y.; KAMINUMA, K.; AND SHIRAISHI, K (Eds.). **Recent Progress in Antarctic Earth Science**. Tokyo: Terra Scientific Publishing Company, p. 363-369, 1992.

CAO LIU. Late Cretaceous palynoflora in King George Island of Antarctic, with references to its paleoclimatic significance. In: Shen Yanbin (Eds.). **Stratigraphy and Palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island, Antarctic**. Science Press, Beijing, Monograph. p. 51-83, 1994.

CARPENTER, R. J.; HILL, R. S.; GREENWOOD, D. R.; PARCHRIDGE, A. D.; BANKES, M. A. A snow in the mountains: Early Eocene plants fossils from Hotham Heights, Victoria, Australia. **Australian Journal of Botany**, 52: 685-718, 2004.

CARPENTER, R. J.; HORWITZ, P. Leaf litter in two southern Tasmanian creeks and its relevance to palaeobotany. **Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania**

122:39–45, 1988.

CARPENTER, R. J.; JORDANN, G.; HILL, R. S. A toothed Lauraceae leaf from the early Eocene of Tasmania, Australia. **International Journal of Plant Sciences**, 168 (8). pp. 1191-1198, 2007.

CARRASCO, A.; ROMERO, E. Arquitectura foliar de las especies australianas y neocelandesas de *Nothofagus* (Fagaceae). **Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica** 20 (3-4): 227-240, 1982.

CARVALHO-OKANO, R. M. *Maytenus littoralis* Carvalho-Okano (Celastraceae), uma nova espécie para o Brasil. **Hoehnea** 32(3): 467-469, 4 fig. 2005.

CASE, J. A. Paleogene Floras from Seymour Island, Antarctic Peninsula. In: FELDMANN, R., WOODBURN, M. O. **Geology and Paleontology of Seymour Island, Antarctic Peninsula**. GSA Memoir, 169:489-498, 1988.

CASE, J. A.; WOODBURN, M. O.; CHANEY, D. S. A new genus of polydopid marsupial from Antarctica. In: FELDMANN, R., WOODBURN, M. O. **Geology and Paleontology of Seymour Island, Antarctic Peninsula**. Memoir of The Geological Society of America. Boulder, Colorado, v. 169, p. 505- 521, 1988.

CELIS-DIEZ, J. L.; BUSTAMANTE, R. O. Frequency-dependent seed size selection on *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser (Lauraceae): testing the effect of Background. The Linnean Society of London, **Biological Journal of the Linnean Society**, 84: 137–142, 2005.

CÉSARI, S.; PARICA, C.; REMESAL, M.; SALANI, F. Paleoflora del Cretácico Inferior de la península Byers, islas Shetland del Sur, Antártida. **Ameghiniana**, 36(1):3-22, 1999.

CHANDERBALI, A. S.; VAN DER WERFF, H.; RENNER, S. S. Phylogeny and historical biogeography of Lauraceae: evidence from the chloroplast and nuclear genomes. **Annals MO Botanical Garden**, 88:104–134, 2001.

CHAPMAN, J. L.; SMELLIE, J. L. Cretaceous fossil wood and palynomorphs from Williams Point, Livingston Island, Antarctic Peninsula. Review of Paleobotany and Palynology, **Elsevier Science Publishers**, Amsterdam, v.74, p. 163-192, 1992.

CHRISTOPHEL, D. C.; LYS, S. D. Mummified leaves of two new species of Myrtaceae from the Eocene of Victoria, Australia. *Australian Journal of Botany*, 34:649-662, 1986.

CHRISTOPHEL, D. C.; ROWET, A. T. Leaf and Cuticle Atlas Australian Leafy Lauraceae. Flora of Australia. Supplementary Series Number 6. **Australian Biological Resources Study**, 1996.

CICHOWOLSKI, M.; AMBROSIO, A.; CONCHEYRO, A. Nautilids from the Upper Cretaceous of the James Ross Basin, Antarctic Península. **Antarctic Science** 17(2):267–280, 2005.

CLEAL, C. J. Fossil plants of the Severn Coalfield and their biostratigraphical significance. **Geological Magazine**, 123: 553-568, 1986.

COCOZZA, D.; CLARKE, C. M. Eocene microplankton from La Meseta Formation, northern Seymour Island. **Antarctic Science**, 4:355-362, 1992.

CRABTREE, D. R. Angiosperms of the Northern Rocky Mountains: Albian to Campanian (Cretaceous) megafossil floras. Annals of the **Missouri Botanical Garden**, St. Louis, Missouri, n.74, p. 707-747, 1987.

CRAME, J. A. Late Cretaceous palaeoenvironments and biotas: An Antarctic Perspective. **Antarctic Science**, 4:371- 382, 1992.

CRAME, J. A. **Report of activities at the British Antarctic Survey**, Cambridge, U.K. SAMC (South Atlantic Mesozoic Correlations) News, Rio de Janeiro, v.3, p.24, 1995.

CRAME, J. A.; PIRRIE, D.; RIDING, J. B.; THOMSON, M. R. A. Campanian-Maastrichtian (Cretaceous) stratigraphy of the James Ross Island area, Antarctica. **Journal of the Geological Society of London**, v.148, p.1125-1140, 1991.

CRANWELL, L. M. Senonian dinoflagellates and microspores from Snow Hill and Seymour Island, Eastern Antarctica. In: ANNUAL MEETING ARIZONA ACADEMY OF SCIENCE, 10. **Journal of the Arizona Academy of Science**, The University of Arizona, USA.. v.4, n.2, p. 136, 1966.

CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flowering plants. New York, **Columbia University Press**, 1262 p., 1981.

CÚNEO, N. R.; GANDOLFO, M. A. Angiosperm leaves from the Kachaike Formation, Lower Cretaceous of Patagonia, Argentina. **Review of Palaeobotany and Palynology** 136 (1-2): 29-47, 2005.

CUNHA, M. B.; DUTRA, T. L.; CARDOSO, N. Uma Dicksoniaceae fértil no Eoceno da Ilha King George, Península Antártica. **GÆA**, v. 1, n. 4, p. 1-13. 2008.

CUNNINGHAM, W. D.; DALZIEL, I. W. D.; LEE TUNG-YI; LAWVER, L. A. Southernmost South America-Antarctic Peninsula relative plate motions since 84 Ma: Implications for the tectonic evolution of the Scotia Arc region. **Journal of Geophysical Research**, 100(B5): 8257-8266, 1995.

CZAJKOWSKI, S.; RÖSLER, O. Plantas fósseis da Península Fildes, Ilha King George (Shetland do Sul) - Morfografia das impressões foliares. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 58 (suplemento), p. 99-100. 1986.

DEL VALLE, R. A.; ELLIOT, D. H.; MACDONALD, D. I. M. Sedimentary basins on the east flank of the Antarctic Peninsula: proposed nomenclature. **Antarctic Science**, 4(4):477-478, 1992.

DEL VALLE, R. A.; RINALDI C. A. Structural features of the northeastern sector of the Antarctic Peninsula. In: JORNADAS DE COMUNICACIONES SOBRE INVESTIGACIONES ANTÁRTICAS. 2. **Instituto Antártico Argentino**, Resumos, p. 261-267, 1993.

DETTMANN, M. E.; JARZEN, D. M. The Antarctic/Australian rift valley: Late Cretaceous cradle of northeastern Australasian relicts? **Review of Palaeobotany and Palynology**, 65: 131-144, 1990.

DIAZ, H.; TERUGGI, M. E. Contribución a La geológica de La Antártida Occidental. II. Descripción geológica y petrográfica de algunas localidades de la Antártida Occidental. **Instinto Antártico Argentino, Publicaciones**, v. 2, p. 77-152. 1956.

DILCHER, D. L. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. **Botanical Review**, v.4, p.1-157, 1974.

DINGLE, R. V.; LAVELLE, M. Antarctic Peninsula cryosphere: early Oligocene (c. 30 Ma) initiation and a revised glacial chronology. **Journal Geological Society London**, 155, 433-437. 1998.

DOKTOR, M.; GAZDZICKI, A.; MARENSSI, S.; POREBSKI, S. J.; SANTILLANA, S. N.; VRBA, A. V. Argentine-Polish geological investigations on Seymour (Marambio) Island, Antarctica. **Polish Polar Research**, v.9, n.4, p. 521-541, 1988.

DOKTOR, M.; GAZDZICKI, A.; JERZMANSKA, A.; POREBSKI, S. J.; ZASTAWNIAK, E. A plant-and-Fish assemblage from the Eocene La Meseta Formation of Seymour Island (Antarctic Peninsula) and its environmental implications. **Palaeontologia Polonica**, v. 55, p. 127-146. 1996.

DOS-SANTOS, M. A.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E.; SANT'ANNA, L. G. Evidências paleoclimáticas e paleoecológicas, segundo dados paleobotânicos e mineralógicos, dos argilitos neógenos de Jaguariúna (SP), correlatos à formação Rio Claro. **Revista UnG – Geociências** v.6, n.1, 80-106. 2007.

DOUBLEDAY, P. A.; TRANTER, T. H. Deformation mechanism paths for oceanic rocks during subduction and accretion: the mesozoic forearc of Alexander Island, **Antarctica. Recent Progress in Antarctic Earth Science**: ed. In: YOSHIDA, Y.; KAMINUMA, K.; AND SHIRAIISHI, K.; p. 377-382, 1994.

DOYLE, J. A. Cretaceous angiosperm pollen of the Atlantic Coastal Plain and its evolutionary significance. **Journal Arnold Arboretum**, v.50, p.1-35, 1969.

DOYLE, J. A.; HICKEY, L. J. Pollen and leaves from the mid-Cretaceous Potomac Group and their bearing on early angiosperm evolution. In: BECK, C.A. (Eds.) **Origin and Early evolution of the Angiosperm**. Columbia University Press, New York. p.139-206, 1976.

DRINNAN, A. N.; CRANE, P. R.; FRIIS, E. M.; PEDERSEN, K. R. Lauraceous flowers from the Potomac group (mid- Cretaceous) of eastern North America. **Botanical Gazette** 151:370-384, 1990.

DUANE, A. Preliminary palynological investigation of the Byers Group (Late Jurassic-Early Cretaceous), Livingston Island, Antarctic Peninsula. **Review of Paleobotany and Palynology**, Elsevier, Amsterdam, v. 84, p. 113-120, 1994.

DUARTE, L.; REZENDE-MARTINS, A. F. F. R. – Contribuição ao conhecimento da flora cenozóica do Brasil. Jazigo Vargem Grande do Sul, SP. Série Taubaté II. In: BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Coletânea de Trabalhos Paleontológicos**. Brasília, p. 565-571. Série Geologia 27, Sessão Paleontologia e Estratigrafia, 2. 1985.

DUSÉN, P. **Über die tertiäre Flora der Magellans-länder**. Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedische Expedition nach den Magellandändern 1895-1897, 1(4):87-107, 1899.

DUSÉN, P. Über die tertiäre Flora der Magellansländer. **Missenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach der Magellanskändern**, 1895-1897, Stockholm, v. 5, n. 1, p. 241-248. 1907.

DUSÉN, P. Über die tertiäre Flora der Seymour-Insel. **Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Sudpolar-Expedition** 1901-1903, 3, n. 3, 1-27, 1908.

DUTRA, T. L. A tafoflora Terciária dos Arredores do Pontal Block, Baía do Almirantado, Ilha Rei George (Arquipélago das Shetland do Sul, Península Antártica). **Acta Geologica Leopoldensia** 12(28), 45-90, 1989a.

DUTRA, T. L. Informações Preliminares sobre a tafoflora do Monte Zamek (Baía do Almirantado, Ilha Rei George (Ilhas Shetland do Sul), Antártica). **Série Científica del INACH**, 39: 31-42, 1989b.

DUTRA, T. L. **Composição e História da Vegetação do Cretáceo e Terciário da Ilha Rei George, Península Antártica**. Curso de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Tese de Doutorado, 488 p., 2 anexos, 1997a.

DUTRA, T. L. *Nothofagus* leaf architecture, an old design to a new Gondwana: the use of the modern subtropical and temperate foliar character of the genus in paleoecology. In **Programs and Abstracts of the Southern Connection Congress**, Valdivia, Chile, 2, p. 189, 1997b.

DUTRA, T. L. *Nothofagus* no noroeste da Península Antártica. II. Paleoceno Superior-Eoceno inferior. **Revista da Universidade de Guarulhos**, Geociências 5 (X REUNIÃO DE PALINÓLOGOS E PALEOBOTÂNICOS), Número Especial : 131 – 136, 2000.

DUTRA, T. L. Paleoflora da ilha 25 de Mayo, Península Antártica: contribuição à paleogeografia, paleoclima e para a evolução de *Nothofagus*. **Asociación Paleontology Argentina**, Publicacion Especial, 8: 29-37, 2001.

DUTRA, T. L. Paleofloras da Antártica e sua relação com os eventos tectônicos e paleoclimáticos nas altas latitudes do sul. **Revista Brasileira de Geociências**, 34(3):401-410, 2004.

DUTRA, T. L.; BATTEN, D. The Upper Cretaceous flora from King George Island, an update of information and the paleobiogeographic value. **Cretaceous Research**, 21(2-3):181-209, 2000.

DUTRA, T. L.; LEIPNITZ, B.; FACCINI, U. F.; LINDENMAYER, Z. A non-marine Upper

Cretaceous interval in West Antarctica (King George Island, northern Antarctic Peninsula). **SAMC (South Atlantic Mesozoic Correlations) News** 5, 21–22, 1996.

ELLIOT, D. H. **The James Ross Basin, northern Antarctic Peninsula**. Comunicaciones (Resúmenes del V CONGRESO GEOLÓGICO CHILENO), v.39, p. 226, 1988.

ELLIOT, D. H. Triassic-Early Cretaceous evolution of Antarctica. In: THOMSON, M. R. A.; CRAME, J. A.; THOMSON, J. W. (Eds.). **Geological Evolution of Antarctic**. Cambridge: Cambridge University Press, Proceedings of the V INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANTARCTIC EARTH SCIENCES, p.541-547, 1991.

ELLIOT, D. H.; MARENSSI, S. A.; R. A. ASKIN, Submarine canyon-like deposits of Tertiary age on Seymour Island, Antarctic Peninsula, Antarctica. Geological Society of America, **Annual Meeting Abstract A-466**, Session 177, 1993.

ELLIOT, D. H., TRAUTMAN, T. A. Lower Tertiary strata on Seymour Island, Antarctic Peninsula. In: CRADDOCK, C. (Eds.) Antarctic Geoscience- SYMPOSIUM ON ANTARCTIC GEOLOGY AND GEOPHYSICS. August, 1977, Wisconsin, USA. **University of Wisconsin Press**, Madison. International Union of Geological Sciences, B. n°4. p. 287-297, 1982.

ELLIOT, M. H. Stratigraphy and sedimentary petrology of the Ablation Point area, Alexander Island. **British Antarctic Survey Bulletin**, 39: 87-113, 1974.

EKLUND, H.; KVACEK, J. Lauraceous inflorescences and flowers from the Cenomanian of Bohemia (Czech Republic, central Europe). **International Journal of Plant Sciences** 159:668-686, 1998.

ENGELHARDT, H. **Über Tertiärpflanzen von Chile**. Abh. Senckenbg Naturforsch Gesellschaft. 16(4):629-692, 1981.

ESTEVAN, D. A.; VIEIRA, A. O. S. Sapindaceae Na Flora Arbórea Da Bacia Do Rio Tibagi (PR). XI ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - de 1 a 4/10/2002 - Maringá – PR, Universidade Estadual de Maringá/Pró - Reitoria de Pesquisa e Pós - Graduação. 2002. Disponível em: <http://www.ppg.uem.br/Docs/pes/eaic/XI_EAIC/trabalhos/arquivos/11-0784-0.pdf2002> Acesso em : 03/05/2009.

ETTINGSHAUSEN, C. Beiträge zur Kenntniss der Tertiärflora Australiens. Denkschr. Kaiser Academie Wiss. Math. -**Naturwiss**, Cl., v.53, n.1, p.81-142, 1897.

FARQUHARSON, G. W. Late-Mesozoic non-marine conglomeratic sequences of northern Antarctic Peninsula (The Botany Bay Group). **British Antarctic Survey Bulletin**, 65:1-33, 1984.

FERGUSON, D. Geological observations in the South Schetlands, the Plamer Archipelago and Graham Land, Antarctica. **Royal Society of Edinburgh, Transactions**, 53 (1): 29-55, 1921.

FISHER, R. V.; SCHMINCKE, H.-U. **Pyroclastic Rocks**. Springer-Verlag, Berlin, 472 pp., 1984

FLEMING, F.; ASKIN, R. A. An Early Tertiary coal bed on Seymour Island, Antarctic Peninsula. **Antarctic Journal of the United States**, v. 17, p.5- 67, 1982.

FONTES, D. **Registro Fóssil de Podocarpaceae na ilha King George e sua relação com os eventos paleoclimáticos e paleoambientais**. Dissertação (Mestrado em Geologia) 175 p. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. 2008

FONTES, D.; DUTRA, T. Paleogeografia de Podocarpaceae e sua relação com os eventos paleoclimáticos. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEOBOTÂNICA E PALINOLOGIA, *Livro de Resumos* (no prelo), Florianópolis, 2009.

FRAKES, L. A. Evolution of Australian environment. In: Orchard, A. E. (Ed.). **Flora do Australia**. v. 1, p. 163-203, 1999.

FRANCIS, J. E. Growth rings in Cretaceous and Tertiary wood from Antarctica and their paleoclimatic implications The Paleontological Association, London. **Paleontology**, v. 29, n. 4, p. 665-684. 1986.

FRENGUELLI, J. Nuevos elementos florísticos del Magellánico de Patagonia Austral. **Notas del Museo de La Plata**, 6(30):173-202, 1941.

FRENGUELLI, J. Restos del genero *Eucalyptus* en el Mioceno del Neuquen. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. **Notas del Museo, Paleontologia**, v. 97, n. 16, p. 209-213, 1953.

FRUMIN, S.; EKLUND, H.; FRIIS, A. M. *Mauldinia hirsuta* sp. nov., a new member of the extinct genus *Mauldinia* (Lauraceae) from the Late Cretaceous (Cenomanian-Turonian) of Kazakhstan. **International Journal of Plant Sciences** 165:883-895, 2004.

FUENZALIDA, H.; ARAYA, R.; HERVÉ, F. Middle-Jurassic flora from north-eastern Snow

Island, South Shetland Islands. In: ADIE, R. J. (Eds.) **Antarctic Geology and Geophysics - SYMPOSIUM ON ANTARCTIC GEOLOGY AND SOLID EARTH GEOPHYSICS**. Oslo, august 1970. Universitetsforlaget, p. 93- 97,1972.

GANDOLFO, M. A.; GONZÁLEZ, M. C. ZAMALOA, R.N.; CÚNEO, WILF, P. *Eucalyptus* (Myrtaceae) macrofossils from the early Eocene of Patagonia, Argentina. **Botanical Society of America** Annual Meeting, Chico, CA. Abstract 473, 2006.

GANDOLFO, M. A., HOC, P., SANTILLANA, S., MARENSSI, S. Una flor fossil morfológicamente afin a las Grossulariaceae (Orden Rosales) de la Formacion La Meseta (Eoceno medio), Isla Marambio, Antartida. In: CASADIO, S. (Eds.), **Paleogeno de America del Sur y de la Peninsula Antártica**. **Asociacion Paleontologica Argentina**, Publicacion Especial 5, pp. 147-153, 1998.

GASPARINI, Z.; DE LA FUENTE, M.; DONADIO, O. Los reptiles cenozoicos de la Argentina: implicancias paleoambientales y evolución biogeográfica. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, 4. Mendoza, **Actas**, p. 119-130, 1996.

GASPARINI, Z.; OLIVERO, E. B.; SRCINAASSLOD, I. R. C. A. Un ankylosauno (Reptilia, Omithischia) campaniano en el continente antartico. **Anais do X CONGRESO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA**, Rio de Janerio, 1, 131-144, 1987.

GAYÓ E.; HINOJOSA, L. P.; VILLAGRÁN, C. On the persistence of tropical Paleofloras in cetral Chile durng the Early Eocene. **Review of Paleobotany and Palynology**.137:41-50, 2005.

GAZDZICKI, A.; WRONA, R. Paleontological studies carried out during the Vth Antarctic Expedition of the Polish Academy of Sciences, 1980-1981. **Przeglad Geologiczny**, 2 (346): 57-61, Warszawa, 1982.

GHIDELLA, M. E., LAWVER, L. A.; GAHAGAN, L. M. La ruptura de Gondwana y la apertura del Atlántico sur: revisión de modelos de tectónica de placas. In: VI SIMPOSIO ARGENTINO Y III LATINOAMERICANO SOBRE INVESTIGACIONES ANTÁRTICAS. Buenos Aires, **Actas** en CDRom, Resumen Expandido n. GEORE 823, 5 pp. 2007.

GODDARD, E. N.; TRASK, P. D.; DE FORD, R. K.; ROVE, O. N.; SINGEWALD, J. T.; OVERBECK, R. M. Rock-color Chart. **Geological Society of America**, Boulder, Colorado (reprint of 1948 original), 1984.

GOIN, F. J.; CARLINI, A. A. An Early Tertiary Microbiotheriid Marsupial from Antarctica. **Journal of Vertebrate Paleontology** 15 (1): 205-207, 1995.

GONZÁLEZ DIÁZ, E. F. La edad de la Formación Ventana, en la area al norte y al este del Lago Nahuel Huapi. **Revista de la Asociación Geológica Argentina** 34:113–124, 1979.

GONZÁLES-FERRAN, D.; KATSUI Y.; TAVERA, J. Contribución al conocimiento geológico de la Península Byers de la Isla Livingston, Shetland del Sur, Antártica. Serie Científica del **Instituto Antártico Chileno**, Santiago, v. 1, n.1, p. 41-547, 1970.

GOULD, S. J.; N. ELDREDGE. Punctuated equilibria: the tempo and mode of evolution reconsidered. **Paleobiology** 3 (2): 115-151, 1977.

GREENWOOD, D. R. Taphonomic constraints on foliar physiognomic interpretations of Late Cretaceous and Tertiary paleoclimates. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 71, p. 142-96 1992.

GREENWOOD, D. R. Palaeobotanical evidence for Tertiary climates. In: HILL, R.S. (Eds.) **History of the Australia Vegetation, Cretaceous to Recent**. Cambridge University Press, p. 433, 1994.

GREENWOOD, D. R.; VADALA, A. J.; DOUGLAS, J. G. Victorian Paleogene and Neogene macrofloras: a conspectus: **Proceedings of the Royal Society of Victoria**, v. 11, p. 65–92. 2000.

GRIKUROV, G. E. Geological antarticheskogo Poluostrova. Moskya, Akademia Nauk SSSR, **Mezhdunarodnaya Komisiya Izucheniya Antarktity**. Izd. Nauka, p. 1-120, 1973.

GRIKUROV, G. E.; POLYAKOV, M. M. Geologicheskoye stroenie p-ova Fildes, yugo-zapadnaya okonechnos o. King George (Waterloo). **Informacionnyi Bulletin Sovetskoy Antarkticheskoy Expedicii**, v. 71, p. 17-24, 1968.

HAQ, B. U.; HARDENBOL, J.; VAIL, P. R. The new chronostratigraphy basis for Cenozoic and Mesozoic sea level changes. In: ROSS, C. A. & HAMAN, C. (Eds). **Timing and Depositional History of eustatic sequences: Constraints on seismic stratigraphy**. **Cushing's Support & Research Foundation** Special. Publications. v. 24, p.7-13, 1987.

HATHWAY, B. Nonmarine sedimentation in an Early Cretaceous extensional continental-margin arc, Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands.: **Journal of Sedimentary Research** 67:686–697, 1997.

HATHWAY, B. Continental rift to back-arc basin: Jurassic-Cretaceous stratigraphical and structural evolution of the Larsen basin, Antarctic Peninsula. **Journal of the Geological Society London**, 157:417-432, 2000.

HAWKES, D. D. The Geology of the South Shetland Islands. I. The petrology of the King George Island. **Science Reports Falkland Island Department Survival**, v.26, p.1-28, 1961.

HERNANDEZ, P.; AZCARÁTE, V. Estudio paleobotánico preliminar sobre restos de una tafoflora de la Peninsula Byers (Cerro Negro), Isla Livingston, Islas Shetland del Sur, Antártida. **Serie Científica del Instituto Antártico Chileno**, v.2, n.1, p.15-20, 1971.

HERVÉ, F.; MILLER, H.; LOSKE, W.; MILNE, A.; PANKHURST, R. J.. New Rb-Sr age data from the Scotia Metamorphic Complex of Clarence Island, West Antarctica. **Zentralblatt für Geologie und Paläontologie**, 1, v. 1-2, p. 119-126, 1990.

HERVÉ, F.; MILLER, H.; PIMPIREV, C. Patagonia-Antarctica connections before Gondwana break up. In: FÜTTER, D. K.; DAMASKE, D.; KLEINSCHMIDT, G.; MILLER, H.; TESSENSOHN, F. (Eds.). **Antarctica: contributions to global earth sciences**. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, p. 217-228. 2006.

HEYWOOD, V. H.; BRUMMIT, R. K.; CULHAM, A.; SEBERG, O. Flowering Plant Families of the World. Kew Publishing (**Royal Botanic Gardens**), 424 pp., 2007.

HICKEY, L. J. Classification of the architecture of dicotyledoneous leaves. **American Journal of Botany**, 60, v.1, p.17-33, 1973.

HICKEY, L. J. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In: METCALFE C R, CHALK L, Eds. **Anatomy of the Dicotyledons**, vol. 1, 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 25-39, 1979.

HICKEY, L. J. Changes in the Angiosperm Flora Across the Cretaceous-Tertiary Boundary. In: BERGGREN, W. A., VAN COUVERING, J.(Eds.), **Catastrophes and Earth History - The New Uniformitarianism**, Princeton University Press, New Jersey, p. 279-314, 1984.

HICKEY, L. J.; DOYLE, J. A. Early Cretaceous fossil (evidence for angiosperm evolution). **Botanical Review**, 43, v. 3, p.104, 1977.

HICKEY, L. J.; WOLFE, J. A. The bases of Angiosperm phylogeny: vegetative morphology.

Annals of the Missouri Botanical Garden, v. 62, p.538- 589, 1975.

HILL, R. S. Evolution of *Nothofagus cunninghamii* and its relationship to *N. moorei* as inferred from Tasmanian macrofossils. **Australian Journal of Botany**, n.31, p. 453- 465, 1983.

HILL, R. S. Tertiary *Nothofagus* macrofossils from Cethana, Tasmania. **Alcheringa**, v. 8, p. 81-86, 1984.

HILL, R. S. Lauraceous leaves from the Eocene of Nerriga, New South Wales. **Alcheringa**, 10(4): 327-352, 1986.

HILL, R. S. The history of selected Australian taxa. In: HILL, R.S. (Ed.) **Australian Vegetation History: Cretaceous to Recent**. Cambridge University Press, Cambridge, p. 390-420, 1994.

HILL, R. S. Origins of the southeastern Australian vegetation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B - Biological Sciences*, 359 (1450): 1537-1549, 2004.

HILL, R.; JORDAN, G. J. The evolutionary history of *Nothofagus*, Nothofagaceae. **Australian Systematic Botanical**, v.6, p.111-126, 1993.

HILL, R. S.; SCRIVEN, L. J. The angiosperm-dominated woody vegetation of Antarctica: a review. **Review Palaeobotanic, Palynologic** 86:175-198, 1995.

HILL, R. S.; TRUSWELL, E. M.; MCLOUGHLIN, S.; DETTMAN, M. E. Evolution of the Australian flora: fossil evidence: In ORCHARD, A.E., Ed., **Flora of Australia**; v. 1: ABR/CSIRO, Australia, p. 251-320, 1999.

HINOJOSA, L. F.; VILLAGRÁN, C. Historia de los bosques del sur de Sudamérica. I: antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del Terciario del cono sur de América. **Revista Chilena de Historia Natural**, 70: 225-239, 1997.

HOFFMANN, A. **Flora Silvestre de Chile**: zona araucana. Santiago, Chile, **Fundación Claudio Gay**, 258 p., 1982.

HOLDEN, A. M. Fossil Lauraceae and Proteaceae from Longford Formation, Murchison, New Zealand. **Journal of the Royal Society of New Zealand**. v.12, n. 1, p. 79-90, 1982.

HOLLICK, A.; BERRY, E. W. A Late Tertiary flora from Bahia, Brazil. **Johns Hopkins University Studies in Geology**, v.5, p.1-137, 1924.

HÜNICKEN, M. Flora Terciaria de los estratos Rio Turbio, Santa Cruz (niveles plantíferos del Arroyo Santa Flavia). **Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, Serie Ciencias Naturales, 56, n.3-4, p. 139-260, 1966.

HUNT, R. J.; POOLE, I. Paleogene West Antarctic climate and vegetation history in light of new data from King George Island. **Geological Society of America**, v. 369, p. 395-412, 2003.

HUNTER, M. A.; CANTRILL, D. J.; FLOWERDEW, M. J., MILLAR, I. L. Mid-Jurassic age for the Botany Bay Group: implications for Weddell Sea Basin creation and southern hemisphere biostratigraphy. **Journal of the Geological Society**, v. 162, n. 5, p. 745-748. 2006.

HYLAND, B. M. P. A revision of Lauraceae in Australia (excluding *Cassytha*). **Australian Systematic Botanic**. 2:135-367, 1989.

IGLESIAS, A.; ZAMUNER, A. B.; LARRIESTRA, F.; POIRÉ, D. G.; ROMERO, E. J. Great diversity of angiosperms in the Late Cretaceous, Mata Amarilla Formation, Patagonia, Argentina. 7° INTERNATIONAL ORGANIZATION OF PALEOBOTANY CONFERENCE, Bariloche, pp. 58–59, 2004.

IGLESIAS, A; ZAMUNER, A. B., POIRÉ, D. G.; LARRIESTRA, F.. Diversity, taphonomy and palaeoecology of an angiosperm flora from Cretaceous (Cenomanian–Coniacian) in southern Patagonia, Argentina, **Palaeontology**, 50: 445–466, 2007a.

IGLESIAS, A; WILF, P; JOHNSON, K .R.; ZAMUNER, A. B.; CÚNEO, N. R.; MATHEOS, S. D.; SINGER, B. S. A Paleocene lowland macroflora from Patagonia reveals significantly greater richness than North American analogs. **Geology**, 35(10):947–950, 2007b.

ITZSTEIN-DAVEY, F. A spatial and temporal Eocene palaeoenvironmental study, focusing on the Proteaceae family, from Kambalda, Western Australia. **Review of Palaeobotany and Palynology** 131:159– 180, 2004.

JADWISZCZAK, P. Eocene penguins of Seymour Island, Antarctica: Taxonomy. **Polish Polar Research** 27(1): 3-62, 2006.

JEFFERSON, T. H. The preservation of fossil leaves in Cretaceous vulcanoclastic rocks from

Alexander Island, Antarctica. **Geological Magazine**, v.119, p. 291-300, 1982.

JEFFERSON, T. H. Paleoclimate significance of some Mesozoic Antarctic fossil floras. In: R. L. OLIVER, P. R. JAMES J. B. JAGO (Ed.) **Antarctic earth science. Proceedings of the fourth international symposium on Antarctic earth sciences**, Adelaide, South Australia, august, 1982 . Australian Academy of Science, Canberra. Cambridge University Press. p.593-598, 1983.

JEFFERS, J. D.; ANDERSON, J. B.; LAWER, L. A. Evolution of the Bransfield basin, Antarctic Peninsula. In: THOMSON, R.A.; CRAME, J. A.; THOMSON, J. W. **Geological Evolution of Antarctica. Cambridge Proceedings of the V INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANTARCTIC EARTH SCIENCE**. Cambridge, Robinson College. p.481-486, 1991.

JOKAT, W.; BOEBEL T.; KÖNIG, M; MEYER, U. Timing and geometry of early Gondwana breakup, **Journal of Geophysical Research**, 108(B9), 2428, doi:10.1029/2002JB001802.2003.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. **Plant Systematics – A Phylogenetic Approach**. Massachusetts: Sinauer Associates Inc. Publishers, p. 464, 1999.

KAWASHITA, K.; SOLIANI, J. R. A Rb-Sr isochron diagram for the Znosko Glacier Formation (Cardozo Cover Group), Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. **Serie Científica Inach**, n. 38, p. 59-66, 1988.

KELCH, D. G. The phylogeny of the Podocarpaceae based on morphological evidence. **Systematic Botany**, v. 22, p. 113-131, 1997.

KELM, U.; HERVÉ, F. Illite crystallinity of metapelites from the Trinity Peninsula Group, Lesser Antarctica: some implications from provenance and metamorphism. **Serie Científica del Instituto Antártico Chileno**, v. 44, p.9-16, 1994.

KOSTERMANS, A. J. G. H. **Revision of the Lauraceae II**. The genera *Endlicheria*, *Cryptocarya* (american species) and *Licaria*. Medical Botanical. **Museum Herbarium Rijk University Utrecht** 42:500-609, 1937.

KLUCKING, E. P, Leaf venation patterns, v. 3, Myrtaceae. **Cramer**, Berlin, pp. 278, 1988.

KRASSILOV, V. A. The origin of angiosperms. **Boletín Review**. 43:143-176, 1977.

KRASSILOV, V. A. Melovaya flora Sakhalina (Cretaceous flora of Sakhalin). **Izdatelstvo Nauka**, Moscow, 182 p., 1979.

KURTZ, F. Sobre la existencia de una Dakota-flora en la Patagonia austro-occidental. **Revista de la Museu de La Plata**, v.10, p.43-60, 1899.

LIDLAW, M.; KITCHING, R.; GOODALL, Y.; SMALL, A.; STORK, N. Temporal and spatial variation in an Australian tropical rainforest Austral **Ecology** 32, 10–20, 2007.

LANDRUM, R. R.; KAWASAKI, M. L. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identifications keys. **Brittonia** 49(4):508-536, 1997.

LAWVER, L. A.; GAHAGAN, L. M. Evolution of Cenozoic seaways in the circum-Antarctic region Palaeogeography, **Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 198: 11-37. 2003.

LAWVER, L. A.; SCLATER, J. G.; MEINKE, L. Mesozoic and Cenozoic reconstructions of South Atlantic. **Tectonophysics**, 114, 233-254, 1985.

LEGARRETA, L.; ULIANA, M. A. Jurassic-Cretaceous marine oscillations and geometry of backarc basin fill, central Argentine Andes. Special Publication **International Association of Sedimentologist** 12: 429-450, 1991.

LEPPE, M.; MICHEA, W.; MUÑOZ, C.; PALMA-HELDT, S.; FERNANDOY, F. Paleobotany of Livingston Island: **The first report of a Cretaceous fossil flora from Hannah Point. A Keystone in a Changing World** – Online PROCEEDINGS OF THE 10TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANTARCTIC EARTH SCIENCES, (Ed) A. K. COOPER AND C. R. RAYMOND *et al.*, USGS Open-File Report 2007-1047, Short Research Paper 081, 4 p.; doi:10.3133/of 2007-1047.srp081.

LI HAOMIN. Early Tertiary palaeoclimate of King George Island, Antarctica – evidence from de Fossil Hill flora. In: YOSHIDA, Y.; KAMINUMA, K. AND SHIRAISHI, K. (Eds.). **Recent Progress in Antarctic Earth Science**. Tokyo: **Terra Scientific Publishing Co**, p. 371-375, 1992.

LI HAOMIN. Early Tertiary fossil flora from Fildes Peninsula of King George Island, Antarctica. In: SHEN YANBIN (Ed.) **Stratigraphy and Palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica** Monograph, **Science Press**, Beijing, China, v.3, p.133-171, 1994.

LI HAOMIN; SHEN YANBIN. A primary study of Fossil Hill flora from Fildes Peninsula of King George Island, Antarctica. **Acta Paleontologica Sinica**, v. 2, n. 29, p. 147-153. 1990.

LI HAOMIN; ZHOU ZHEKUN Fossil nothofagaceous leaves from the Eocene of western Antarctica and their bearing on the origin, dispersal and systematics of *Nothofagus*. Science in China Series D: **Earth Sciences**, v. 50, n. 10, 1525-1535, 2007.

LI JIANJUN; ZHEN SHUONAN. New materials of birds ichnites from Fildes Peninsula, King George Island of Antarctic and their biogeographic significance. In: Y.B. SHEN (ed.), **Stratigraphic and Palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island, Antarctic**. Monograph, **Science Press**, Beijing, China, v.3, p.239-249, 1994.

LIU, M. J.; CHENG, J. R. A taxonomic study on the genus *Ziziphus*. **Acta Horticulturae** 390:161–165, 1995.

LI XIWEN; LI HSI-WEN; LI JIE; HENK VAN DER WERFF. CRYPTO-CARYA R. Brown, Prodr. 402. 1810, nom. cons. **Flora of China** 7: 247–254, 2008.

LI ZHAONAI; LIU XIAOHAN. The geological and geochemical evolution of Cenozoic volcanism in central and southern Fildes Peninsula, King George Island, South Shetland Islands. In: M.R.A. THOMSON, J.A. CRAME, AND J.W. THOMSON (Eds.). **Fifth Internacional. Symposium. Antarctic Earth Science**, Geological Evolution of Antarctica, Proceedings, 487-491, 1991.

LI ZHAONAI; LIU XIAOHAN; ZHENG XIANGSHEN; JIN QINGMIN; LI GOU. Tertiary volcanism and formation of volcanic rocks in the Fildes Peninsula, King George Island, Antarctic. In: GUO KUN *et al.* (Ed.). **Proceedings of the International Symposium on Antarctic Research Beijing**: Ocean Press, p. 114-118, 1989.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Editora Plantarum. v. 5ª Edição, 1998.

LOWMAN, M. D. Leaf growth dynamics and herbivory in five species of Australian rain-forest canopy trees. **Journal Ecology** 80:433–447, 1992.

LOWMAN, M. D.; BOX, J. D. Variation in leaf toughness and phenolic content among five species of Australian rain forest trees. **Australian Journal Ecology** 8:17–25, 1983.

LYRA, C. Palinologia dos Sedimentos Terciários da Península Fildes, Ilha Rei George (Ilhas Shetland do Sul, Antártica) e algumas considerações paleoambientais. **Anais da Academia**

Brasileira de Ciências, v. 58 (suplemento), p. 137-147. 1986.

MABBERLEY, D. J. **The Plant-Book**. 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, 858 p., 1997.

MACDONALD, D. I. M.; BARKER, P. F.; GARRETT, S. W.; INESON, J. R.; PIRRIE, D.; STOREY, B. C.; WHITHAM, A. G.; KINGHORN, R. R. F.; MARSHALL, J. E. A. A preliminary assessment of the hydrocarbon potencial of the Larsen Basin, **Antarctica Marine and Petroleum Geology**, 5:34-53, 1988.

MACELLARI, C., E. Stratigraphy, sedimentology and paleoecology of Late Cretaceous/Paleocene shelf-deltaic sediments of Seymour Island. In: FELDMANN, R.M., WOODBURN, M. O. (Eds.). **Geology and Paleontology of Seymour Island**. Memoir of **The Geological Society of America**, n. 169, p. 25-53, 1988.

MACHADO, A.; CHEMALE, JR. F.; LIMA, E. F.; FIGUEIREDO, A. M. G., Petrologia das rochas vulcânicas da Península Fildes, Ilha Rei George, **Antártica. Pesquisas**, 25 (1): 35-42, 1998.

MACHADO, A.; CHEMALE, JR. F.; LIZ, D. J.; ÁVILA, J. N. Química mineral e geotermometria das rochas vulcânicas da Península Fildes (Ilha Rei George), Antártica. **Revista Brasileira de Geociências**, 31(3): 299-306, 2001.

MANCHESTER, S. R. Biogeographical relationships of North American Tertiary floras. **Annals Missouri Botanical Gardens**, 86: 472-522, 1999.

MANCHESTER, S. R.; DILCHER; D. L.; WING, S. A. Attached leaves and fruits of myrtaceous affinity from the Middle Eocene of Colorado **Review of Palaeobotany and Palynology** 102, 153-163, 1998.

MARENSSI, S. A. Sedimentología y paleoambientes de sedimentación de la Formación La Meseta, isla Marambio, Antártida. Tomo I: 330 pp., Tomo II: 172 pp. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. **Unpublished**, 1995.

MARENSSI, S. A., SANTILLANA, S. N., RINALDI, C. A.. Paleoambientes Sedimentarios de la Aloformación La Meseta (Eoceno), Isla Marambio (Seymour), Antártida. **Instituto Antártico Argentino**, Contribución, 464, 51 pp., 1998a.

MARENSSI, S. A., SANTILLANA, S. N., RINALDI, C. A. Stratigraphy of the La Meseta Formation (Eocene), Marambio (Seymour) Island, Antarctica. In: CASADIO, S. (Ed.),

Paleogeno de America del Sur y de la Peninsula Antartica. Asociacion Paleontologica Argentina, Publicacion Especial 5, Buenos Aires, pp. 137-146, 1998b.

MARTÍNEZ-CABRERA, H. I.; CEVALLOS-FERRIZ, S. R. S. A new species of *Tapirira* (Anacardiaceae) from Early Miocene sediments of the el cien formation, Baja California sur, Mexico. **IAWA Journal**, v. 25 (1):103–117. 2004.

MARTÍNEZ-MILLÁN, M.; CEVALLOS-FERRIZ, S. R. S. Arqitetura Foliar de Anacardiaceae. **Revista Mexicana de Biodiversidad**. 76(2): 137-190, 2005.

MAYER, L. M., BARROCAS, S. Contribuição ao conhecimento das tafofloras lenhosas terciárias da Ilha Seymour (Norte da Península Antártica), no contexto estratigráfico e paleoclimático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 12. São Paulo, USP, 8-15 dez. **Boletim de Resumos**, p.95, 1991.

MAYR, E. Animal species and evolution. Belknap. Cambridge - (1969) The biological meaning of species. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.1, p.311-20, 1965.

MAZZONI, M. M.; KAWASHITA K.; HARRISON, S.; ARAGÓN, E. Edades radimétricas Eocenas en el borde occidental del Macizo Norpatagónico. **Revista de la Asociación Geológica Argentina** 46: 150–158, 1991.

MCKEOWN, J.; LEON DE LA LUZ, J. L.; JONES, J. H. Fossil wood from the Miocene Comondú Formation of Baja California Sur **PaleoBios** 13 (50 suppl.): 7.

MACPHAIL, M.K. 1999. Palynostratigraphy of the Murray Basin, inland southeastern Australia. **Palynology**; 1999; v. 23;1; p. 197-240, 1991.

MCLOUGHLIN, S.; LINDSTRÖM, S.; DRINNAN, A. Gondwanan floristic and sedimentological trends during the Permian-Triassic transition: new evidence from the Amery group, northern Prince Charles Mountains, East Antarctica. **Antarctic Science**, 9(3):281-298, 1997.

METCALFE, C. R. **Anatomy of the Dicotyledons**. Segunda. ed. Oxford. Claredon Press. III. 223 p. 1987.

MEYEN, S. V. **Fundamentals of Paleobotany**. Eds. Chapman and Hall, London, 432 p., 1987.

MIRANDA, F. Two plants from the amber of the Simojovel, Chiapas, Mexico area. **Journal Paleontology** 37: 611–614, 1963.

MONCRIEFF, A. C. M.; KELLY, S. R. A. Lithostratigraphy of the uppermost Fossil Bluff Group (Early Cretaceous) of Alexander Island, Antarctica: History of the Albian regression. **Cretaceous Research**, v.14, p.1-15, 1993.

MONTES, M.; SANTILLANA, S.; NOZAL, F.; MARENSSI, S. Secuencias de relleno del valle incidido en la Fm. Cross Valley. Paleoceno Superior de la isla Marambio (mar de Weddell, Antartida). In VI SIMPOSIO ARGENTINO Y III LATINOAMERICANO SOBRE INVESTIGACIONES ANTÁRTICAS, Buenos Aires, 2007, **Actas en CDRom, Resumen Expandido** n. GEORE 823, 5 pp., 2007.

MOSSI, A. J.; ZANATTA, R. S.; GERALD, L. T. S. On the distribution of *Maytenus* species in Rio Grande do Sul. **Acta Horticulturae (ISHS)**, v. 569, p. 29-32, 2002.

MOUTON, J. A. Architecture dela nervation foliaire. In: CONGRES NATIONALE DES SOCIÉTÉ SAVANTES, 92, Strasbourg et Colmar,1967. **Compte Rendut** 3, p.165-176, 1970.

MUSACCHIO, E. A.; SIMEONI, M. Ostrácodos de Argentina y el diseño de las áreas oceánicas durante el Cretácico. In: WORKSHOP SOBRE PALEOECEANOLOGRAFIA COM ÊNFASE EM MICROPALAEONTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA, 1, Gramado, RS, 1995. **Boletim de Resumos Expandidos**. IG/CPGEO/URGS, Porto Alegre, 1995. p. 63-71.

NISHIDA, M. The anatomy and affinities of the petrified plants from the Tertiary of Chile, III. Petrified woods from Mocha Island, Central Chile. In: NISHIDA, M. (Ed.), **Contributions to the Botany of the Andes**, 1. **Academia Scientific Books**, Tokyo, pp. 98-110. 1984.

NISHIDA, M.; NISHIDA, H.; RANCUSI, M. H. Notes on the petrified plants from Chile (I). **Journal Botanic**. 63, 39-48, 1988.

NORIEGA, J.; TAMBUSI, C. A late Cretaceous Presbyornithidae (Aves Anseriformes) from Vega Island, Antactic Peninsla: paleobiogeographic implications. **Ameghiniana** 32: 57-61, 1995.

NURIT, K.; AGRA, M. F.; BASÍLIO, I. .J. L. D.; BARACHO, G. S. Flora da Paraíba, Brasil: Loganiaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 2, p. 407-416, 2005.

ORLANDO, H. A. La flora fosil in lãs inmediaciones de la Peninsula Ardley, Islã 25 de Mayo, Islãs Shetland del Sur. **Instituto Antartico Argentino**, Contribuciones, v. 79, p. 1-17,1963.

ORLANDO, H. A. The Fossil Flora of the surroundings of Ardley Peninsula (Ardley Island), 25 de Mayo Island (King George Island), South Shetland Islands. In: ADIE, R. J. (Ed.). **Antarctic Geology**. Amsterdam: PROCEEDINGS OF THE FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANTARCTIC GEOLOGY, p. 629-636, 1964.

ORLANDO, H. A. A new Triassic Flora from Livingston Island, South Shetland Islands. **Bulletin of The British Antarctic Survey**, v.16, p.1-13, 1968.

ORLANDO, H. A. Las floras fosiles de Antartida occidental y suas relaciones estratigraficas. **Instituto Antartico Argentino**, n.140, 2-12, 1971.

OLIVERO, E. B. Molluscan Cretaceous biostratigraphy of the James Ross Basin (Antarctica) and the Austral Basin of Terra del Fuego (Argentina). **SAMC** (South American Mesozoic Correlations –IGUS- 381 Project) News, 4: 5, 1995.

OLIVERO, E. B.; AGUIRRE-URRETA, M. B. Simbiontes de cangrejos ermitanos en el Cretacico de Antartida: Asociaciones y control ambiental. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOSTRATIGRAFIA, 6. **Resumos**, Trelew, Chubut, p. 64, 1994a.

OLIVERO, E. B., AGUIRRE-URRETA, M. B. New tube-builder hydractinian, symbiotic with hermit crabs, from the Cretaceous of Antarctica. The Paleontological Society. **Journal of Paleontology**, v.68, n.6, p.1169-1182, 1994b.

OLIVERO, E. B.; PALAMARCZUK, S. Dinoflagelados y Amonites del Cretacico Superior de Cabo Lamb, Isla Vega, Antartida. **Paleobotanica Latinoamericana**, n. 9, v.1, p.37, 1990.

PALMA-HELDT, S. Estudio palinológico en el Terciario de las Islas Rey Jorge y Brabante, Territorio Insular Antártico. **Série Científica del Instituto Antartico Chileno**, v. 36, p. 56-71. 1987.

PANKHURST, R. J. Rb-Sr geochronology of Graham Land, Antarctica. **Jornal of the Geological Society London**, v.139, p. 701-711, 1982a.

PANKHURST, R. J. Sr-isotope and trace element geochemistry of Cenozoic Volcanic Rocks from the Scotia Arc and the Northern Antarctic Peninsula. In: C. CRADDOCK, **ANTARCTIC GEOSCIENCES**, pp. 229-234. 1982b.

PANKHURST, R. J.; SMELLIE, J. L. K-Ar geochronology of the South Shetland Islands, Lesser Antarctica: apparent lateral migration of Jurassic to Quaternary island arc volcanism. **Earth Planetary Science Letters**, v. 66, p. 214-222. 1983.

PÁRICA, C. A.; REMESAL, M. B. Y.; SALINI, F. Vulcanitas de punta Alfiler, extremo oriental de la isla Livingston, isla Shetland del Sur. Antártida. In VI SIMPOSIO ARGENTINO Y III LATINO AMERICANO SOBRE INVESTIGACIONES ANTÁRTICAS, Buenos Aires , **Actas** en CD Rom, Resumen Expandido n. GEORE 823, 6 pp, 2007.

PEREIRA, F.; DUTRA, T. L.; ALMEIDA, D. P. M. Ambientes Vulcânicos Associados à Paleoflora no Cretáceo e Terciário da Ilha Rei George, Antártica. p. 387-410. In: RONCHI, L. H. & ALTHOFF, J. (orgs). **Caracterização e Modelamento de Depósitos Minerais**. Ed. Unisinos, 441 p. 2003.

PHANWONG, P.; SAWANGCHOTE, P.; GROTEB, P. J. Tertiary lauraceous leaves from Li Basin, Lumphun Province, Northern Thailand ; In: 30TH CONGRESS ON SCIENCE & TECHNOLOGY OF THAILAND, 2004. Disponível em: <http://www.scisoc.or.th/stt/30/sec_b/main_b1.html> Acesso em: 15/01/2009.

PHILIPPE, M.; BARALE, G.; TORRES, T.; COVACEVICH, V. First study of *in situ* fossil woods from the Upper Cretaceous of Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica: palaeoecological investigations. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences** (Paris), Série II 317, 103–108, 1993.

PHILIPPE, M.; TORRES, T.; BARALE, G.; THOVENARD, F. President Head, Snow Island, South Shetland Island, a key-point for Antarctic Mesozoic Paleobotany. **Compte Rendus de l'Académie des Sciences**, 32(11):1055-106, 1995.

PHILIPPE, M.; BAMFORD, M.; MCLOUGHLIN, S.; ALVES, L. S. R.; FALCON- LANG, H. J.; GNAEDINGER, S.; OTTONE, E. G.; POLE, M.; RAJANIKANTHI, A.; SHOEMAKER R, E.; TORRES, T.; ZAMUNER, A. Y. Biogeographic analysis of Jurassic–Early Cretaceous wood assemblages from Gondwana. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 129: 141–173, 2004.

PIRRIE, D.; CRAME, J. A.; RIDING, J. B. Late Cretaceous stratigraphy and sedimentology of Cape Lamb, Vega Island, Antarctica. **Cretaceous Research**, 12: 227-258, 1991a.

PIRRIE, D.; WHITHAM, A. G.; INESON, J. R. The role of tectonics and eustasy in the evolution of a marginal basin: Cretaceous-Tertiary Larsen basin, Antarctica. In: MACDONALD, D. I. M. (Ed.) **Sedimentation, Tectonics and Eustasy**. IAS Special Publishing, v.12, p.293- 305, 1991b.

PLAYFORD, G. Proterozoic and Paleozoic palynology of Antarctica: a review. In: T. N. TAYLOR & E. L. TAYLOR (Eds.) **Antarctic Paleobiology, its role in the reconstruction of Gondwana**, Springer-Verlag, pp. 51-70, 1990.

POLE, M. A modified terminology for angiosperm leaf architecture. **Journal of the Royal Society of New Zealand** 21: 297-312, 1991.

POLE, M. Early Miocene Flora of the Manuherikia Group, New Zealand. 6. Lauraceae. **Journal of the Royal Society of New Zealand**, 23:303-312, 1993a.

POLE, M.. Early Miocene flora of the Manuherikia Group, New Zealand. 7. Myrtaceae, including *Eucalyptus*. **Journal of the Royal Society of New Zealand**, 23:313-328, 1993b.

POLE, M. Early Miocene flora of the Manuherikia Group, New Zealand. 5. Smilacaceae, Polygonaceae, Elaeocarpaceae. **Journal of the Royal Society of New Zealand** , v.23, n.4. p. 289-302, 1993c.

POLE, M. An Eocene macroflora from the Taratu Formation at Livingstone, North Otago, New Zealand. **Australian Journal of Botany**, 42:341-367, 1994.

POLE, M. Plant macrofossils from the Foulden Hills Diatomite (Miocene), central Otago, New Zealand. **Journal of the Royal Society of New Zealand**, 26:1-39, 1996.

POLE, M. Paleocene plant macrofossils from Kakahu, South Canterbury, New Zealand. **Journal of the Royal Society of New Zealand**, v. 27, n. 3, p. 371-400, 1997.

POLE, M. Lauraceae macrofossils and dispersed cuticle from the Miocene of southern New Zealand. **Palaeontologia Electronica** v. 10, n. 1; 3A:38p, 2007. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/paleo/2007_1/zealand/index.html> Acesso em: 21/11/2008.

POLE, M.; CANTRILL, D.; UTESCHER, T. A multi-proxy to determine Antarctic terrestrial palaeoclimate during the Late Cretaceous and Early Tertiary. **Plaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 222:95-121, 2005.

POOLE, I.; CANTRILL, D. J. Fossil woods from Williams Points Beds, Livingston Island, Antarctica: A Late Cretaceous Southern high latitude flora. **Palaeontology** 44: 1081-1112, 2001.

POOLE, I.; FRANCIS, J. E. The first record of fossil atherospermataceous wood from the

upper Cretaceous of Antarctica. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 107, pp. 97-107, 1999.

POOLE, I., CANTRILL, D.;UTESCHER, T. A multi-proxy approach to determine Antarctic terrestrial palaeoclimate during the Late Cretaceous and Early Tertiary. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 222, 95-121, 2005.

POOLE, I.; HUNT, R. J.; CANTRILL, D. J. A fossil wood flora from King George Island: ecological implications for an Antarctic Eocene vegetation. **Annals of Botany**, v. 88, p. 33-54, 2001.

POOLE, I.; MENNEGA, I. M. W.; CANTRILL, D. J. Valdivian ecosystems in the Late Cretaceous and Early Tertiary of Antarctica: further evidence from myrtaceous and eucryphiaceous fossil Wood. **Review of Palaeobotany and Palynology** 124: 9-27, 2003.

POOLE, I.; RICHTER, H. G.; FRANCIS, J. E. Evidence for Gondwanan origins for *Sassafras* (Lauraceae)? Late Cretaceous fossil wood of Antarctica. **IAWA Journal**, , vol. 21(4): 463-475, 2000.

RAMÍREZ- GARDUÑO, J. L. Análisis foliar de plantas del Terciario, Tepexi de Rodríguez, Puebla: *Pseudosmodingium* (Anacardiaceae). Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, **FES Zaragoza**, México, 1996.

RAVEN, P. H.; AXELROD, D. I. Angiosperm biogeography and past continental movements. **Annals Missouri Botanical Garden**, 61:539-673. 1974.

REGUERO, M. A.; MARENSSI, S. A.; SANTILLANA, S. N. Antarctic Peninsula and Patagonia Paleogene terrestrial environments: biotic and biogeographic relationships. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 2776, 1-22, 2002.

RETALLACK, G.; DILCHER, D. L. Early angiosperm reproduction: *Prisca reinoldsii* gen. et sp. nov., from mid-Cretaceous coastal deposits in Kansas, USA. **Paleontographica Botanica**, v. 179, p. 103-137, 1981.

RIEDEL, R.H. Systems and morphological descriptions in paleontology. **Journal of Paleontology**, v.52, p.1-7, 1978.

RINALDI, C., MASSABIE, A., MORELLI, J. ROSEMAN, L., DEL VALLE, R. Geología de la Isla Vicecomodoro Marambio. **Contribuciones del Instituto Antártico Argentino**, v. 217, p.1-37, 1978.

- RIX, M.; JACKSON, A. 489. *Nothofagus moorei* (Fagaceae). Royal Botanical Gardens, Kew. **Blackwell Publishing Ltda.** p. 65-69, 2004.
- ROHN, R.; RÖSLER, O.; CIGUEL, J. H. Megafósseis vegetais do Terciário Inferior coletados durante a “Operação Antártica V” (Península Fildes, Ilha Rei George). Localidade III e IV: Pontal Winckle e Pontal Price. **Boletim IG-USP** (não publicado), 1994.
- ROHN, R.; RÖSLER, O.; CZAJKOWSKI, S. *Fildesia pulchra* gen. et sp. nov.- Folha fóssil de Terciário Inferior da Península Fildes, Ilha Rei George, Antártica. **Boletim do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo**, Série Científica, v. 18, p.11-16. 1987.
- ROHWER, J. G. Lauraceae. In The Families and Genera of Vascular Plants, v.2. (K. KUBITZKI, J.G.ROHWER & V. BITTRICH, EDS.). **Springer-Verlag**, Berlin,p.366-391, 1993.
- ROHWER, J. G. Toward a phylogenetic classification of the Lauraceae: evidence from matK sequences. **Systematic Botanical** 25:60-71. 2000.
- ROMERO, E. J. Paleoecologia y paleofitogeografía de las taofloras del Cenofítico de Argentina y areas vecinas. **Ameghiniana**, 15(1-2): 209-227, 1978.
- ROMERO, E. J. Arquitectura Foliar de Las Especies Sudamericanas de *Nothofagus* Blume. **Boletín da la Sociedad Argentina de Botanica**, v.19, n.1-2, p. 289-308, 1980.
- ROMERO, E. J. Paleogene Phytogeography and Climatology of South América. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol. 73, n. 2, pp. 449-461, 1986.
- ROMERO, E. J.; ARGUIJO, M. H. Nota sobre problemas nomenclatoriales de algunas plantas fósiles del Cenofítico de Austrosudamérica. **Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología**, v. 8, p. 21-33, 1981.
- RUIZ, A. L., TAFFARELLO, D.; SOUZA, D. H. S.; CARVALHO, J. E. Farmacologia e Toxicologia de *Peumus boldus* e *Baccharis genistelloides*. **Revista Brasileira de Farmacologia**. 2008, v.18, n2, pp. 295-300.
- SADLER, P. M. Geometry and stratification of uppermost Cretaceous and Paleogene units on Seymour Island, northern Antarctic Peninsula. In: Feldmann, R.M. and Woodburne, M.O. (eds.) **Geology and Paleontology of Seymour Islands, Antarctic Peninsula. Memoir of the Geological Society of America**, v. 169, p. 303-320, 1988.

SANTILLANA, S. Y.; MARENSSI, S. Descripción e interpretación de las discordancias paleocenas de la isla Marambio, Antártida. **Actas** de las IV JORNADAS SOBRE INVESTIGACIONES ANTÁRTICAS. Buenos Aires. 262-266, 1997.

SANTINELLA, S.; MONTES, M.; NOZAL, F. y MARENSSI, S. Secuencias estratigráficas de la Fm. Sobral. Paleoceno de la isla Marambio (Mar de Wendell, Antártida). In VI SIMPOSIO ARGENTINO Y III LATINOAMERICANO SOBRE INVESTIGACIONES ANTÁRTICAS, Buenos Aires, **Actas** en CD Rom, Resumen Expandido n. Geore 823, 5 pp., 2007.

SCASSO, R. A.; OLIVERO, E. B.; BUATOIS, L. A. Lithofacies, biofacies, and ichnoassemblage evolution of a shallow volcanoclastic fan-shelf depositional system (Upper Cretaceous, James Ross Island, Antarctica). **Journal of the South American Earth Sciences**, v.4, n.3, p. 239-260, 1991.

SCHOPF, T. J. M. A critical assessment of punctuated equilibrium: I. Duration of taxa. **Evolution**, v. 36, p. 1144-1157, 1982.

SCOTESE, C. R. Atlas of Earth History, **PALEOMAP Project**, Arlington, Texas, 52 pp. 2001. Disponible em: <<http://www.scotese.com>>. Acesso em: 16/09/2008.

SELMAN, B. J.; LOWMAN, M. D. The biology and herbivory rates of *Novacastria nothofagi* Selman (Coleoptera: Chrysomelidae): a new genus and species on *Nothofagus moorei* in Australian temperate rain forests. **Australian Journal Zoologic** 31:179-191, 1983.

SEWARD, A. C. Antarctic Fossil Plants. Brit. Antarct. Terra Nova Expedition, 1910. British Museum (Natural History), London, **Natural History Report Geology**, v 1, n 1, p.1-49, 1914.

SHEN YANBIN. Progress in stratigraphy and palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica. **Acta Palaeontologica Sinica**, v.29, n.2, p.129-139, 1 est., 1990.

SHEN YANBIN. Cretaceous to Paleogene biostratigraphy in Antarctic peninsula and its significance in the reconstruction of Gondwanaland. In: SHEN YANBIN, STRATIGRAPHY AND PALAEONTOLOGY OF FILDES PENINSULA, KING GEORGE ISLAND, ANTARCTICA. Monograph, **Science Press**, Beijing, China, v.3, p. 329-348, 1994.

SMELLIE, J. L.; LIESA, M.; MUÑOZ, J. A.; SÀBAT, F.; PALLÀS, R.; WILLAN, R. C. R.. Lithostratigraphy of volcanic and sedimentary sequences in central Livingston Islands, South Shetland Islands. **Antarctic Science**, v.7, n. 1, p. 99-113, 1995.

SMELLIE, J. L.; PANKHURST, R. J.; THOMSON, M. R. A.; DAVIES, R. E. S. The geology of the South Shetland Islands: VI. Stratigraphy, geochemistry and evolution. **Scientific Reports of The British Antarctic Survey**, v.87, p.1-85, 1984.

SMITH, G. A. Coarse-grained nonmarine volcanoclastic sediment: Terminology and depositional process. **Bulletin of the Geological Society of America**, v. 97, p. 1-10, 1986.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J. A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J.; RODRIGUES, R.S. **Flora Arbórea e Arborescente do Rio Grande do Sul**, Brasil, Ed. RiMa, 350p. 2006.

SOLIANI JR. E.; BONHOMME, M. G. New evidence for Cenozoic resetting of K-Ar ages in volcanic rocks of the northern portion of the Admiralty bay, King George Island, Antarctica. **Journal of South American Earth Sciences**, v.7, n.1, p. 85-94, 1994.

SOLIANI JR. E.; KAWASHITA, K.; FENSTERSEIFER, H. C.; HANSEN, M. A. F., TROIAN, F. L. K-Ar Ages of the Winkel Point Formation (Fildes Peninsula Group) and Associated Intrusions, King George Island, South Shetland Islands, Antarctica. **Série Científica Instituto Antártico Chileno**, v.38, p.133-139, 1988.

SOUZA, V. ; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado de identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II, **Instituto Plantarum**, São Paulo, 640p. 2005.

SPECHT, R. L.; DETTMANN M. E.; JARZEN, D. M. Community associations and structure in the Late Cretaceous vegetation of southeast Australasia and Antarctica. **Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology**, 94: 283-309, 1992.

SPICER, R. A. Computerized paleobotanical data bases: the way forward? In: SPICER, R.A. & THOMAS, B. A. (Ed.) **Systematic and Taxonomic Approaches in Paleobotany**. Oxford: Clarendon Press. p.283-296, 1986.

STANLEY, S. M. **Macroevolution: Pattern and Process**. W.H. Freeman and Company. San Francisco. p. 332, 1979.

STANLEY, S.M. **Macroevolution and the fossil record**. *Evolution*, v. 36, p. 460-473. 1982.

STEART, D. C.; GREENWOOD, D. R.; BOON, P. I. Paleoeological Implications of Differential Biomass and Litter Production in Canopy Trees in Australian *Nothofagus* and *Eucalyptus* Forests RESEARCH REPORT 452-462, 2005.

STEPHENS, R. S.; FRANCIS, J. E.; CRAME, J. A.; HAYWOOD, A. A new Eocene conifer flora from Seymour Island, Antarctica. **Geophysical Research Abstracts**, vol. 7, 05208. SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU05-A-05208, 2005.

STEPHENS, R. S.; FRANCIS, J. E.; CRAME, J. A.; HAYWOOD, A. Early Eocene Palaeoenvironments In: ANTARCTICA: EVIDENCE FROM FOSSIL CONIFERS OF SEYMOUR ISLAND. Philadelphia Annual Meeting. **Geological Society of America Abstracts with Programs**, v. 38, n.7, p. 201. 2006. Disponível em: <http://gsa.confex.com/gsa/2006AM/finalprogram/abstract_109721.htm>. Acesso em: 16/04/2009.

STUBBLEFIELD, S. P.; TAYLOR, T. N. Wood decay in silicified gymnosperms from Antarctica. *Botanical Gazette*, 147(1):116-125, 1986.

STUHLIK, L. Tertiary pollen spectra from the Ezcurra Inlet Group of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). **Studia Geologica Polonica**, 72: 109-132, 1981.

TAMBUSSI, C. P.; NORIEGA, J. I.; GAZDZICKI, A.; TATUR, A.; REGUERO, M. A.; VIZCAINO, S. F. Ratite bird from the Paleogene La Meseta Formation, Seymour Island, Antarctica. **Polish Polar Research**, v.15, n.1-2, p.15-20, 1994.

TANAI, T. **Phytogeographic and Phylogenetic History of the Genus *Nothofagus* Bl.** (Fagaceae) in the Southern Hemisphere. *Journal of the Faculty of Sciences of Hokkaido University Series*, v.24, n.4, p. 505-582, 1986.

TAKHTADJAN, A. L. Evolutionary trends in flowering plants. **Columbia University Press**. New York. 241 p. 1991.

TAYLOR, E. L.; TAYLOR, T. N. Structurally preserved Permian and Triassic floras from Antarctica. In: Taylor, T. N. & Taylor, E. L. (Eds.). **Antarctic paleobiology: its role in the reconstruction of Gondwana**, New York, Springer-Verlag, p. 149-163, 1990.

TOKARSKI, A. K. The Late Cretaceous-Cenozoic structural history of King George Island, South Shetland Islands, and its plate-tectonic setting. In: THOMSON, M. R. A., CRAME, J.A. & THOMSON, J. W. **Geological Evolution of Antarctica**. Cambridge University Press, Cambridge. p. 493- 498, 1991.

TORRES, G. T. Coníferas y dicotiledoneas fósiles del Terciario de la Isla Rey Jorge, islas

Shetland del Sur, Antártica. **Paleobotanica Latinoamericana**, v. 1, n. 7, 10 p. 1985.

TORRES, G. T. **Etude paléobotanique du Tertiaire des Isles Roi Georges et Seymour, Antarctique**. Thèse de Doctorat (Inédit), Université Claude Bernard, Lyon, 2 volumes, 290 pp., 40 pls, 1990.

TORRES, G. T.; PHILIPPE, M.; GALLEGUILLOS, H.; HAUCH, F. New discoveries of plant fossils in Snow Island. **Boletín Antártico Chileno**, 14(1):25-28, 1995.

TORRES, T.; LEMOIGNE, Y. Hallazgos de maderas fósiles de Angiospermas y Gimnospermas Cretácico Superior en punta Williams, isla Livingston, islas Shetland del Sur, Antártica. **Serie Científica Instituto Antártico Chileno**, 39: 9-29. 1989.

TORRES, T.; MARENSSI, S.; SANTILLANA, S. Fossil wood of Seymour Island, La Meseta Formation, Antarctica. Santiago de Chile. **Serie Científica del Instituto Antártico Chileno**, v. 44, p. 35-38. 1994.

TORRES, T.; MÉON, H. Estudio palinológico preliminary de Cerro Fósil, Península Fildes, Isla Rey Jorge, Antártica. **Serie Científica del Instituto Antártico Chileno**, v. 40, p. 21-39. 1990.

TRESSENS, S. G. El género *Cryptocarya* (Lauraceae) en Argentina. **Bonplandia**, v.9(3-4), p.209 – 212. 1997.

TRONCOSO, A. Nuevas organo-especies en la tafoflora Terciaria Inferior de península Fildes, isla Rey Jorge, Antártica. **Serie Científica Instituto Antártico Chileno** 34: 23-46, 1986.

TRONCOSO, A. Paleomegafloora de la Formación Navidad, Miembro Navidad (Mioceno), en el área de Matanzas, Chile central occidental. **Boletín del Museo de Historia Natural del Chile**, v. 42, p. 131-168. 1991.

TRONCOSO, A.; SUÁREZ, M.; DE LA CRUZ, R.; PALMA-HELDT, S. Paleoflora de la Formación Ligorio Márquez (XI Región, Chile) en su localidad tipo: sistemática, edad e implicancias paleoclimáticas. **Revista Geológica de Chile**.v. 29(1):113-135, 2002.

TRUSWELL, E. M. Cretaceous and Tertiary Vegetation of Antarctica: A palynological perspective. In: T. N. TAYLOR. AND E. L. TAYLOR (Eds.) **Antarctic Paleobiology, its role in the reconstruction of Gondwana**, Springer-Verlag, pp. 71-88, 1990.

TRUSWELL, E. M. Antarctica: a history of terrestrial vegetation. In: Tingey, R.J. (ed.) *The Geology of Antarctica*. Oxford University Press. p. 499-537, 1991a.

TRUSWELL, E.M. Data report: palynology of sediments from Leg 119 drill sites in Prydz Bay, East Antarctica. In: MAZZULLO, E.K. & STEWART, N.J. (Eds.) **College Station, Texas A and M University**. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, v.119, p.941-945, 1991b.

UPCHURCH, G. R.; CRANE, P. R.; DRINNAN, A. N. The megafloora from the Quantico locality (Upper Albian), Lower Cretaceous Potomac Group of Virginia. **Virginia Museum of Natural History**, Memoir 4: 1-57, 1994.

UPCHURCH, G. R.; DILCHER, D. L. Cenomanian angiosperm leaf megafossils, Dakota Formation, Rose Creek locality, Jefferson County, southeastern Nebraska. **US Geological Society Bulletin**, 1915. 55 pp. 1990.

VADALA, A. J.; GREENWOOD, D. R. Australian Paleogene vegetation and environments: evidence for paleo-Gondwanic elements in the fossil records of Lauraceae e Proteacea. Pages 196-221, In II METCALFE JBM SMITH, I DAVIDSON, Eds. **Faunal and Floral migrations and evolution in SE Ásia-Australasia**. Swets & Zeitlinger Publishers, Lisse. 2001.

VAN DER WERFF, H.; RICHTER, H. G. Toward an improved classification of Lauraceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83: 409-418, 1996.

VATTIMO-GILL, I. Notas sôbre o gênero *Cryptocarya* R. BR. no Brasil (Lauraceae). **Rodriguésia** 37:219-237, 1966.

VATTIMO-GILL, I. Lauraceas – 1. *Cryptocarya*, 2. *Endlicheria*, 3. *Licaria*, 4. *Aiouea*, 5. *Aniba*. **Flora Ilustrada Catarinense**. 1979.

VEEVERS, J. J.; POWELL, C.; McA; ROOTS, S. R. Review of seafloor spreading around Australia. I. Synthesis of the patterns of spreading. **Australian Journal of Earth Sciences**, v. 38, p. 373-389, 1991.

VOLKHEIMER, W. Algunos adelantos en la microbioestratigrafía del Jurásico en la Argentina y comparación con otras regiones del hemisferio austral. **Ameghiniana** 8(3-4): 341-355, 1971.

WEAVER, S. D.; STOREY, B. C.; PANKHURST, R. J.; MUKASA, S. B.; DIVENERE, V. J.;

BRADSHAW, J. D. Antarctica-New Zealand rifting and marine Byrd Land lithospheric magmatism linked to ridge subduction and mantle plume activity. **Geology**, 22:811-814. 1994.

WEISSEL, J. K.; HAYES, D. E.; HERRON, E. M. Plate tectonics synthesis: The developments between Australia, New Zealand and Antarctica since the Late Cretaceous. **Marine Geology**, v.25, p. 231-277. 1977.

WILLAN, R. C. R.; HUNTER, M. A. Basin evolution during the transition from continental rifting to subduction: Evidence from the lithofacies and modal petrology of the Jurassic Latady Group, Antarctic Peninsula. **Journal of South American Earth Sciences**, 20 (3). 171-191. 2005.

WILF, P.; CUNÉO, N. R.; JOHNSON, K. R.; HICKS, J. F.; WING, S.; OBRADOVICH, J. High Plant Diversity in Eocene South America: Evidence from Patagonia; **Science**, v. 300:122-25, 2003.

WILF, P.; JOHNSON, K. R., CÚNEO, N. R., SMITH, M. E.; GANDOLFO, M. A.; Eocene Plant Diversity at laguna del Hunco and Río Pichileufú, Patagonia, Argentina. **The American Naturalist**, vol.165:6 p.634-650, 2005.

WILF, P.; LABANDEIRA, C. C.; JOHNSON, K. R.; COLEY, P. D.; CUTTER, D. D. Insect herbivory, plant defense, and Early Cenozoic climate change. **Proceedings of National Academy of Sciences, USA**, 98:6221-6226, 2001.

WOLFE, J. A. Significance of comparative foliar morphology to paleobotany and neobotany. **American Journal Botanical**, v.59, p.664, 1972.

WOLFE, J. A. Paleogene floras from the Gulf of Alaska region. **US Geological Survey Professional Paper**, 997: 1-108. 1977.

WING, S ; ASH, A.; ELLIS, B.; HICKEY, L. J.; JOHNSON, K.; WILF, P. **Manual of leaf Architecture - morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms** In: LEAF ARCHITECTURE WORKING GROUP. SMITHSONIAN INSTITUTION, Washington. 1999. Disponível em: <<http://www.yale.edu/peabody/collections/pb/MLAintro.pdf>> Acesso em: 06 jul. 2007.

WOODBURNE, M. O., ZINSMEISTER, W. J. Fossil land mammals from Antarctica. **Science**, v.218, p. 284-286, 1984.

WRENN, J. H.; HART, G. F. Paleogene dinoflagellate cyst biostratigraphy of Seymour Island,

Antarctica. In: FELDMANN, R. M. & WOODBURN, M. O. (Eds.) *Geology and Paleontology of Seymour Island. Memoir of The Geological Society of America*, n.169, p. 321-447, 1988.

YAO-SONG XUÉ; SHEN YANBIN; ZHUO, E. Petrological characteristics of the sedimentary volcanoclastic rocks of the Fossil Hill Formation (Eocene) in King George Island, West Antarctica. *Antarctic Research*, v. 7, p. 99-117, 1996.

YINXI WANG; SHEN YANBIN. Rb-Sr isotopic dating and trace element, REE geochemistry of Late Cretaceous volcanic rocks from King George Island, Antarctica. In *STRATIGRAPHY AND PALAEONTOLOGY OF FILDES PENINSULA, KING GEORGE ISLAND, ANTARCTICA* (ed. Shen, Y.B.) **Monograph 3**, pp.109-131, 1994.

ZAMALOA, M.C.; ROMERO, J. E. E.; STINCO, L. Polen y esporas fósiles de la Formación La Meseta (Eoceno Superior-Oligoceno) de la Isla Marambio (Seymour), Antartica. In: *SIMPÓSIO ARGENTINO DE PALEOBOTÂNICA E PALINOLOGIA, 7. Actas Buenos Aires*, p.199-203, 1987.

ZASTAWNIAK, E. Tertiary leaf flora from the Point Hennequin Group of King George Island (South Shetland Island, Antarctica). Preliminary Report. *Studia Geologica Polonica*, 72:97-108, 1981.

ZASTAWNIAK, E., Late Cretaceous Leaf Flora of King George Island. In: KNOBLOCK, E. & KVACEK, Z. (Eds.), *Proceedings of the Symposium Paleofloristic and Paleoclimatic Changes in the Cretaceous and Tertiary*, september 1989, Prague, **Geological Survey Publisher**, p.81-85, 1990.

ZASTAWNIAK, E., Late Cretaceous Leaf Flora of King George Island. In: ZASTAWNIAK, E. *Macroscopic plant from Upper Cretaceous and Tertiary of King George Island, (South Shetland Islands, West Antarctica); Zakład Paleobotaniki, Instytut Botaniki im. W.Szafera, Polska Akademia Nauk, ul.Lubicz 46, 31-12 Kraków*, 1993.

ZASTAWNIAK, E. Upper Cretaceous leaf flora from the Blaszyk Moraine (Zamek Formation), King George Island, South Shetland Islands, West Antarctica. *Acta Paleobotanica* (Kraków), 34 (2): 119-163, 1994.

ZASTAWNIAK, E. Plant vegetation in the Late Cretaceous and Tertiary of west Antarctica. *Kosmos Problemy Nauk Biologicznych*, Tom 47, n. 4: 409-416, 1998.

ZASTAWNIAK, E.; WRONA, R.; GAZDZICKI, A.; BIRKENMAJER, K. Plant remains from the top part of the Point Hennequin Group (Upper Oligocene), King George

Island (South Shetland Islands, Antarctica). **Studia Geologica Polonica** 81: 143-164, 1985.

ZHOU ZHIYAN; LI HAOMIN. Some Late Cretaceous plants from King George Island, Antarctica. In: SHEN YANBIN (Ed.). **Stratigraphy and Paleontology of Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica**. China: Beijing Science Press, Monograph.. v. 3, p. 91- 105, pls. 1-3, 1994a.

ZHOU ZHIYAN; LI HAOMIN. Early Tertiary Gymnosperms from Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica. In: SHEN YANBIN (Ed.). **Stratigraphy and Paleontology of Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica**. China: Beijing Science Press, Monograph. v. 3, p. 208-230, pls 1-3, 1994b.

ZINSMEISTER, W. J. Review of Upper Cretaceous-Lower Tertiary sequence on Seymour Island, Antarctica, **Journal of the Geological Society London**, 139, 779-786, 1982.