UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Instituto de Biologia
Ciências Biológicas - Bacharelado

Trabalho Acadêmico

Registro de Interações Inseto-Planta em níveis do Triássico, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul

Rômulo Cenci

Pelotas, 2013

Rômulo Cenci

Registro de Interações Inseto-Planta em níveis do Triássico, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul

Trabalho acadêmico apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Karen Adami Rodrigues.

Pelotas, 2013

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB 10/901

Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

C395r Cenci, Rômulo
Registro de interações inseto-planta em níveis do Triássico, membro Passo das Tropas, formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul / Rômulo Cenci. – 73f. : il. color. – Monografia (Conclusão de curso). Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Pelotas, 2013. – Orientador Karen Adami Rodrigues.

1.Biologia. 2.Triássico. 3.Gondwana. 4.Interação inseto-planta. 4.Galha. 5.Mina. I.Rodrigues, Karen Adami. II.Título.

CDD:
560.1762098165

Banca examinadora:

Prof. Dr. José Eduardo Figueiredo Dornelles

Prof. Dr. Flávio Roberto de Mello Garcia

Prof^{a}. MSc^{a}.Camile Urban

Dedicatória

Dedico este meu primeiro trabalho acadêmico aos meus pais, Carlos Alberto Cenci e Sônia Maristela Cenci, a quem devo os ensinamentos, o saber da vida e a própria chance de estar nesse mundo.

Agradecimentos

Agradeço imensamente a minha querida professora orientadora Karen Adami Rodrigues, minha mãe científica, que acreditou em mim e me ensinou a realizar os primeiros passos na academia, e por estar realizando o meu sonho de infância. E que através das interações inseto-planta, ensinou-me um assunto incrível e apaixonante na Paleontologia.

A minha tutora em estratigrafia Camile Urban, que me ensinou os primeiros passos sedimentológicos.

À Professora Doutora Tânia Lindner Dutra pelos ensinamentos em campo na Membro Passo das Tropas, e pelos espaços e fósseis cedidos por seu laboratório.

Aos colegas Ronaldo Barboni, pelos ensinamentos da Flora *Dicroidium* e técnicas com as amostras; e a Gabriela da Rosa Côrrea, por todo apoio nas análises no Museu de Geociências da Unisinos.

Aos colegas da turma de 2008 e amigos adjuntos, em especial aos das casas 1503 e 1755, onde compartilhei por mais de um ano, ideias e expectativas com as melhores amizades construídas em terras sul-sulistas no nosso país.

Aos meus colegas de laboratório do NEPALE que compartilharam conversas, ideias, “perrengues” na vida de estudante e companhia durante esses cinco anos de graduação em eventos , encontros acadêmicos e campos.

Aos professores do Instituto de Biologia por me concederem as condições para os primeiros estudos em História Natural.

Ao CNPq pelo apoio financeiro concedido com bolsa técnica e recursos para a realização deste projeto.

A minha família por sempre estar ao meu lado, entendendo os problemas de ser estudante nessas terras, concedendo-me esta chance.

Epígrafe

“Sonho que se sonha só, é só um sonho que se sonha só, mas sonho que se sonha junto é realidade”. – Prelúdio (Raul Seixas)

Resumo

CENCI, Rômulo. **Registro de Interações Inseto-Planta em níveis do Triássico, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul**. 2013. 73f. Trabalho Acadêmico - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

As interações inseto-planta são o resultado da coevolução entre os dois maiores táxons terrestres. A necessidade de integração das evidências da paleoflora e da paleoentomofauna em latitudes médias do Gondwana são importantes para a compreensão dos fatores evolutivos que marcaram a paleobiodiversidade no Triássico, sendo este o momento do surgimento dos aparatos mandibulares dos principais grupos de insetos. O objetivo deste trabalho foi quantificar e qualificar as interações inseto-planta em estratos do Triássico, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul. O Afloramento Espuma está localizado no município de Santa Maria, às margens da BR-392, sob coordenadas geográficas $29^{0}44'37,85''$S e $53^{0}47'36,12''$O. Os fitofósseis estão preservados em camadas de argilito com estratificação plano paralela de 2 metros de espessura, intercalado a camadas de arenitos médios a grossos com grânulos, além de estratificação cruzada incipiente na base e no topo, retratando um paleoambiente fluvial entrelaçado. As coletas e preparos das amostras foram realizadas com metodologia específica para o tipo de rocha sedimentar. As interações identificadas, quantificadas e qualificadas foram interpretadas como galhas, minas e herbivorias exofíticas, sendo aplicado a média e o desvio padrão para as galhas. Neste afloramento, foram identificadas asas de insetos pertencentes à Coleoptera, Blattodea, Orthoptera, Grylloblattodea e Hemiptera. As interações se apresentam em maior ocorrência no táxon Corystospermales, sendo as galhas as mais abundantes. O registro de mina neste afloramento é o mais antigo traço atribuído a insetos minadores para o Triássico no Gondwana. A presença abundante de galhas indica para esse paleoambiente um microclima xérico. As galhas demonstram um processo de adaptação desses insetos ao aquecimento no Triássico, bem como a abundância registrada, a qual parece apoiar o primeiro episódio de especiação e radiação de insetos galhadores.

Palavras-chave: Triássico, Gondwana, Interação, Inseto-Planta, Galha, Mina.

Abstract

CENCI, Rômulo. **Registro de Interações Inseto-Planta em níveis do Triássico, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul**. 2013. 73f. Trabalho Acadêmico - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The interactions insect-plant are the consequence of coevolution between the biggest terrestrial taxons. The needed of integration of paleoflora and paleoentomologic evidences from medium latitudes of Gondwana are significant to understand the coevolution factors which are printed in the paleobiodiversity of the Triassic, at that moment, the mandibles apparatus of insects revealed. The intention of this study was to quantify and qualify the interactions insect-plant in the Triassic strata, Passo das Tropas Member, Santa Maria Formation, Parana Basin, Rio Grande do Sul. The Espuma outcrop is localized at the Santa Maria country, on the margins of BR-392 road, on geographic coordinates $29^0$44 37,85'S e $53^0$47'36,12''W. The phytofossils are in the sedimentary rock of mudstone with hotizontal lamination constituted by 2 meters in thickness, intercalated for sandstones coarse- and medium- grained with granules, besides trough cross-lamination in the base and top, constituting a paleoenvironmental of fluvial intertwined. The collecting and preparing of fossils were realized with specific methodology for the sedimentary rock type. The interactions were identified, quantified and qualified, after they were interpreted in galls, mines and exophytic herbivores, and then were applied the media and the standard error for the galls. In this outcrop, were registered insect wings which are of Coleoptera, Blattodea, Orthoptera, Grylloblattodea and Hemiptera groups. The interactions are in the greater occurrence in the taxon Corystospermales, being the most abundant the galls. The record of mines in this outcrop is the most antique trace referred to mines from Triassic in the Gondwana. The abundant presence of galls reports a paleoenvironment of xeric microclimate. Therefore, the galls indicate a process of adaptation of those insects against the Green House of Triassic, but also seems the abundance recorded the first episode of insect galls speciation and radiation.

Keywords: Triassic, Gondwana, Interaction, Insect-Plant, Gall, Mine.

Lista de Figuras

Figura 1 Modelo representativo da conformação dos continentes no Triássico Inferior..... 19

Figura 2 Variação da temperatura global durante o Permiano e o Triássico..... 20

Figura 3 A Bacia do Paraná localizada geograficamente com o conjunto de rochas correlacionadas aos seus períodos geológicos..... 24

Figura 4 Camadas sedimentares correlatas ao Triássico na Bacia do Paraná, e as camadas sedimentares correspondentes deste estudo da supersequência Gondwana II (retângulo amarelo)..... 25

Figura 5 Perfis estratigráficos na estratigrafia de sequências..... 27

Figura 6 Biodiversidade atual conhecida estimada..... 31

Figura 7 Morfologia das Corystospermales..... 32

Figura 8 Zoneamento bioestratigráfico para a Bacia do Paraná no Triássico da Flora *Dicroidium* (retângulo amarelo)..... 34

Figura 9 Triássico Médio e Superior representado pelos pacotes pelíticos (retângulo tracejado) do Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS..... 35

Figura 10 Asas de Insetos registradas no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, Rio Grande do Sul. 37

Figura 11 Localização do Afloramento Espuma às margens da BR-392 (amarelo), aos arredores do município de Santa Maria, indicado pela seta vermelha..... 40

Figura 12 Perfil Estratigráfico do Afloramento Espuma (em fase de elaboração)[1]..... 41

Figura 13 Metodologia aplicada na preparação dos fósseis provenientes do Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS..... 43

Figura 14 Tipos de Interações no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013..... 45

Figura 15 Interações registradas no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013..... 46

Figura 16 Representação botânica apresentando interações inseto-planta no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013..... 48

Figura 17 Proporções das interações separadas por tipo no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013..... 49

Figura 18 Proporções de galhas nos grupos botânicos ocorrentes no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013..... 49

Figura 19 Biogeografia das formações vegetais do Gondwana durante o Triássico e as suas latitudes, com os detalhes dos territórios das conformações dos continentes atuais..... 51

Figura 20 Reconstrução do paleoambiente dos canais fluviais com suas faunas e floras pretéritas..... 58

Lista de tabelas

Tabela 1 Representação de interações inseto-planta nos caules, frondes e/ou folhas na Flora *Dicroidium* registrado no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013..... 47

Listas de abreviaturas e siglas

Brasil – BR

Centímetro - cm

Desvio padrão - s

Grupo botânico – i

Metro - m

Milhões de anos - m.a.

Milímetro - mm

Número de galhas - x_i

Número de folhas - n

Rio Grande do Sul - RS

Supersequência Santa Maria I - SMI

Supersequência Santa Maria II - SMII

Supersequência Santa Maria III - SMIII

Porcentagem - %

Sumário

1 Introdução..... 14

2 Objetivo..... 18
2.1 Objetivo Geral..... 18
2.1.1 Objetivos Específicos..... 18

3 Revisão da Literatura..... 19
3.1 O Gondwana no Triássico..... 19
3.1.1 Contextos Deposicionais das Províncias Tectônicas do Gondwana..... 21
3.1.1.1 A Bacia do Paraná..... 23
3.1.1.2 O Triássico no Rio Grande do Sul..... 26
3.2 Paleontologia - Registro de Interações Inseto-Planta..... 29
3.2.1 O Registro de Insetos e Plantas no Triássico do RS..... 34

4 Material e Métodos..... 39
4.1 Área de Estudo - Afloramento Espuma..... 39
4.2 Métodos e Análises..... 42

5 Resultados..... 47

6 Discussão..... 50
6.1 Registro Paleobotânico..... 50
6.2 Registro de Interações Inseto-Planta..... 52
6.3 O Paleoclima e o Paleoambiente do Afloramento Espuma..... 57

7 Conclusões..... 60

Referências..... 61

1 Introdução

As interações inseto-planta são decorrentes da coevolução, a qual começou da necessidade de obter recursos alimentares dos insetos, quando estes encontraram as defesas e estratégias que as plantas produziram contra esses ataques ao longo da sua história evolutiva, e assim diversificaram-se paralelamente num amplo número de espécies nos dois grupos (BERNAYS; CHAPMAN, 1994). Dessa forma, os insetos e as plantas representam atualmente um conjunto de relações ecológicas, os quais são um dos mais complexos e intrigantes entre organismos no mundo (ADAMI-RODRIGUES, 2003; BERNAYS; CHAPMAN, 1994; DEL-CLARO; TORENZAN-SILINGARDI, 2012; GILBERT, 1979; SCOTT; STEPHENSON; CHALONER, 1992).

As origens ecológico-evolutivas dessas relações na diversidade entre estes dois grupos resultaram na gama de interações atuais, entre as quais, as relações mutualísticas surgiram e se tornaram as relações inseto-planta mais complexas e multiespecíficas (DEL-CLARO, 2012; LABANDEIRA, 2002; PRICE, 2003).

As primeiras relações estabelecidas entre os insetos e as plantas foram as herbivorias (LABANDEIRA, 1998), em seu conjunto denominadas de relações antagônicas (DEL-CLARO, 2012). Essas relações divergem do crescimento e a sobrevivência das plantas, fazendo com que as habilidades da obtenção de recursos e de defesa contra a herbivoria sejam ativadas; fatores quanto: a escolha da planta pelos herbívoros; ou a quantidade de tecidos vegetais que serão removidos; ou, ainda, de recuperação a tais ataques, definem o sucesso reprodutivo de cada indivíduo botânico (BERNAYS; CHAPMAN, 1994; MARQUIS, 2012). Essas características das plantas podem ser classificadas quanto ao escape (tempo e espaço) e às quantidades de defesas (químicas e físicas) em relação ao nível de ataque e de tolerância no que diz respeito à resposta de recuperação à ação dos herbívoros, estas implicam no desenvolvimento e reprodução das plantas (MARQUIS, 2012)

Essas defesas das plantas podem ser sobrepujadas ou até inibidas pelos herbívoros, dependendo de seu nível de especialidade, estas capacidades desses insetos fitófagos podem afetar outros níveis tróficos, como predadores e parasitóides, ou mesmo, ajudar na identificação entre os herbívoros ou delatar sua própria localização no hospedeiro (TRIGO; PAREJA; MASSUDA, 2012).

Como um dos principais mecanismos de produção de biodiversidade em ecossistemas terrestres, essas interações inseto-planta vêm recebendo uma maior atenção no cenário científico nas pesquisas sobre a biodiversidade atual, como também por parte dos paleobiologistas (ADAMI-RODRIGUES; IANUZZI; PINTO, 2004). Apesar disso, há uma deficiência de estudos que integrem a flora e a fauna fósseis acompanhantes; Desse modo, uma lacuna quanto ao comportamento alimentar dos artrópodes basais e das suas relações com a paleoflora passa a existir na história evolutiva desses grupos, o que pode ser e ter dado início aos fatores ecológicos que estruturaram os ecossistemas continentais (DEL-CLARO; TORENZAN-SILINGARDI, 2012; LABANDEIRA, 2006).

Na análise de interações inseto-planta no registro fóssil, a preservação é de maior ocorrência em compressões bi-dimensionais; e as permineralizações, embora menos frequentes, documentam em detalhes as estruturas dos danos à planta, especialmente características histológicas importantes na inferência da reação da planta hospedeira a determinados tipos de herbivoria (CREPET, 1972; LABANDEIRA; PHILLIPS, 1996a, 1996b). As evidências se dão em órgãos planos, particularmente folhas e estruturas florais são ideais na preservação do conteúdo de entranhas e danos à planta, tais como alimentação de folhagem externa e redução foliar (LABANDEIRA, 1998).

Os registros fossilíferos extra-gonduânicos indicam que a herbivoria dos insetos foi expressiva, qualitativa e quantitativamente, em florestas equatoriais de terras de baixa altitude a partir do Paleozóico Superior (LABANDEIRA, 2006). Depois de um dos episódios mais críticos para a paleobiota no Permiano, as interações basais de artrópodes demonstravam determinadas relações diretas e indiretas com os grupos botânicos, como detritivoria, alimentação exofítica e endofítica, além da utilização de partes das plantas para outros propósitos, como a oviposição (LABANDEIRA, 1998).

Acompanhado da paleoflora, uma extinção dramática da maioria das linhagens da fauna de insetos que se desenvolveram no Paleozóico ocorreu durante

a passagem do Permiano Superior (LABANDEIRA, 2006). Conseqüência desse episódio, a fauna de insetos moderna, caracterizada pelas principais linhagens de insetos atuais, surgiu durante o Triássico, embora os contrastes taxonômicos entre essas duas faunas sejam dramáticos, as estratégias alimentares mantiveram a sua integridade através desse limite (LABANDEIRA, 2006).

Entre a paleoflora, a Flora *Dicroidium* teve seu primeiro registro antes da passagem do Permiano-Triássico e espalhou-se no Triássico pela região gonduânica em porções tropicais e temperadas, substituindo a Flora Permiana *Glossopteris* (GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 2000). Esse episódio foi marcado especialmente pela rápida conquista dos ambientes por diferentes grupos de gimnospermas, em especial as coníferas, que substituíram, da mesma forma, as pteridospermas (Flora *Dicroidium*) no Triássico Superior, estas sendo extintas no fim do período (ARTABE; MOREL; GANUZA, 2007). As novas formas e estruturas orgânicas a partir do Triássico garantiriam a sobrevivência ao longo do Mesozóico e a adaptação aos novos ambientes criados da paleofauna acompanhante (BENEDETTO, 2010). O conhecimento de suas características e registro nas diferentes áreas contribuem no estabelecimento de seus padrões adaptativos e biogeográficos nas latitudes médias do Gondwana, e sobre o modo como foram influenciadas pelos eventos tectônicos que marcaram este período (LABANDEIRA, 1998).

Esses novos ambientes criados, com o surgimento de áreas elevadas ao sul e oeste parecem ter favorecido o aparecimento de muitas novas formas de gimnospermas e, ainda antes de encerrar o período Triássico, estas podem ter alcançado o maior pico de diversidade conhecido (ANDERSON, H.; ANDERSON, J., 2003).

A análise preliminar do contexto geológico e dos elementos paleoflorísticos parece apoiar a proposta de que as áreas do setor do centro do Rio Grande do Sul, e numa condição única para o território brasileiro, estiveram envolvidas e testemunharam os importantes eventos tectônicos que caracterizaram o sul do Gondwana durante o Triássico, relacionados aos episódios extensionais da Orogenia Gondwanides (ZERFASS et al., 2004). O Triássico foi um momento reconhecidamente crítico para a história do planeta, especialmente nas áreas do sul do Gondwana quanto às mudanças geológicas (VEEVERS et al., 1994; ZERFASS et al., 2004). Essas modificações tectônicas e da paisagem resultantes produziram profundos efeitos sobre os organismos continentais e nos caminhos seguidos por sua evolução (LABANDEIRA, 2006).

2 Objetivo

2.1 Objetivo Geral

Neste trabalho objetiva-se caracterizar as evidências de interação inseto-planta em estratos do Triássico, Membro Passo das Tropas, incluído na Formação Santa Maria, na Bacia do Paraná, estado do Rio Grande do Sul.

2.2 Objetivos Específicos

Caracterizar quantitativamente através da identificação de cada interação inseto-planta e métodos estatísticos.

Qualificar os resultados através das proporções encontradas por grupo botânico, tipos de interações nas amostras de fitofósseis e inferir as implicações paleoclimáticas e paleoambientais destas evidências.

3 Revisão da Literatura

3.1 O Gondwana no Triássico

O Triássico é um período marcado pela ruptura do supercontinente Pangea, e o conseqüente surgimento do Gondwana. Nas regiões deste novo território aconteceu a recuperação da paleobiodiversidade, marcada pela passagem da severa extinção no Permiano (BENEDETTO, 2010). O Gondwana espalhava-se no Triássico pelas atuais: América do Sul (América do Norte estava em separação do Gondwana), África, Austrália, Antártida, Índia e partes do leste e o centro-leste da Ásia (Fig.1) (ANDERSON, 2001).

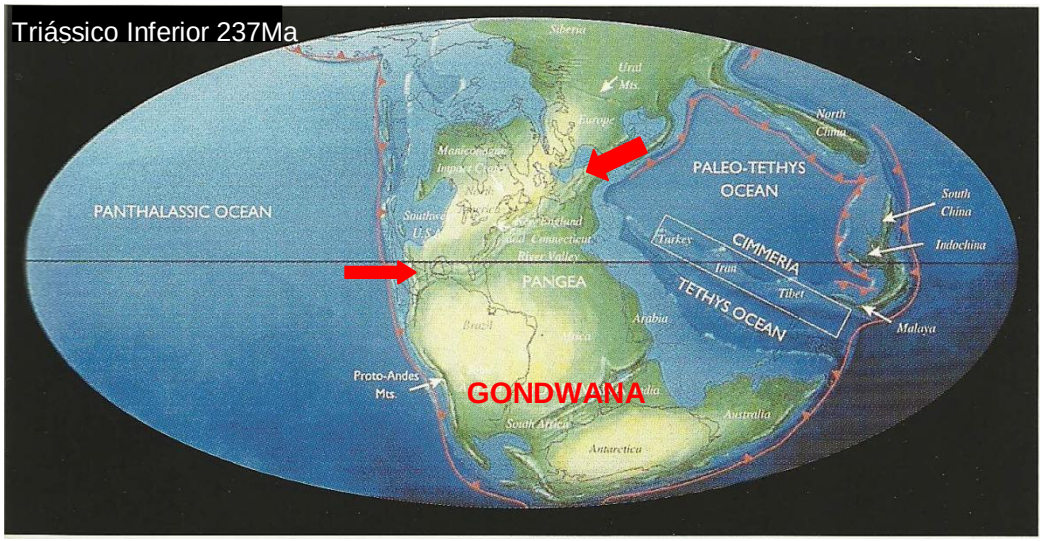

Figura 1 – Modelo representativo da conformação dos continentes no Triássico Inferior.

América do Norte separa-se do Gondwana durante o Triássico (setas vermelhas) dando origem ao continente que sentiria o maior pico de temperatura do Éon Fanerózoico.

Fonte: Adaptado de ANDERSON, 2001, p.37.

Outro fato importante é o mais baixo nível do mar registrado em todo Éon Fanerozóico, resultado da baixa atividade das dorsais mesoceânicas e da subsidência do fundo oceânico, o que contribuiu para o aumento de suas bacias sedimentares (BENEDETTO, 2010).

Após um período de glaciação no Paleozóico, o planeta entrou num estágio de aquecimento ou “Green House” que perdurou até a metade do Cenozóico, deste modo, não existem evidências de glaciação durante toda Era Mesozóica (SELWOOD; VALDES, 2006). Estima-se que a média de temperatura durante o Mesozóico estava entre 6º C a 10º C acima da média atual, o que é baseado em estudos paleometeorológicos, como da biogeografia e da composição da vegetação em altas latitudes e a ocorrência de recifes de corais, os quais também ocorriam em latitudes que chegavam a 35º (Fig.2) (SELWOOD; VALDES, 2006).

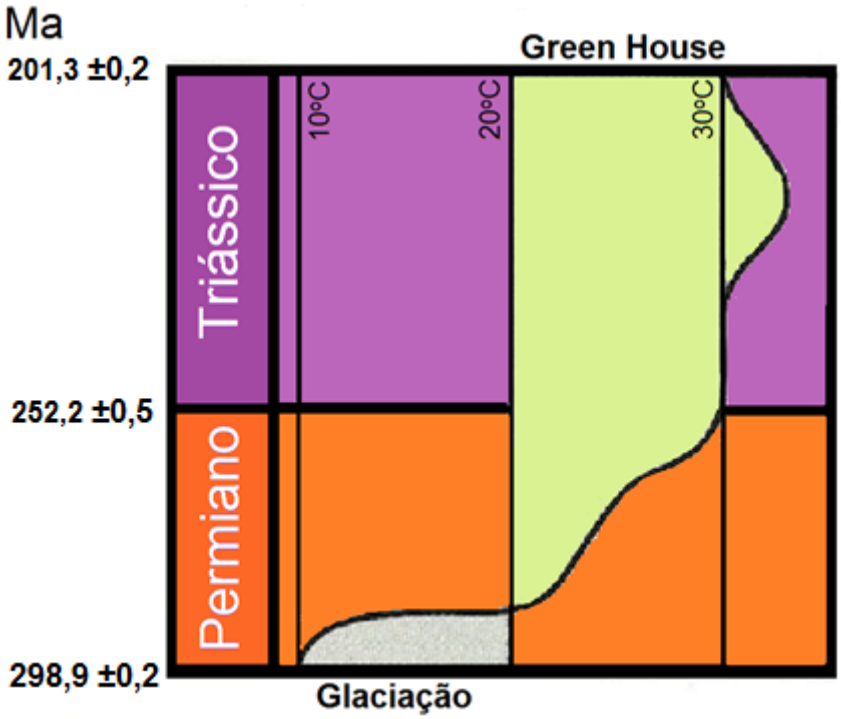

Figura 2 - Variação da temperatura global durante o Permiano e o Triássico.

O período Permiano demarca o fim da Era Paleozóica, começando a Era Mesozóica com o período Triássico, dois períodos de extremas condições paleoambientais.

Fonte: Adaptado de ANDERSON, 2001, p.74.

Após a extinção no período Permiano, os efeitos continuaram sendo refletidos até o começo do período Triássico Médio, indicado pela anoxia em algumas bacias sedimentares marinhas e perturbações no ciclo de carbono (BENEDETTO, 2010).

O fim do Triássico Superior e o começo do Jurássico Inferior são demarcados pelo surgimento de duas províncias ígneas: a Província Centro Atlântica e a Grande Província Ígnea gonduânica, estas sendo as responsáveis pela separação e a conformação atual dos continentes no Cretáceo, além de ocorrer outro período de aumento de temperatura chegando ao ponto mais quente já sentido no Fanerozóico (BENEDETTO, 2010).

3.1.1 Contextos Deposicionais das Províncias Tectônicas do Gondwana

Neste capítulo, abordam-se as descrições geológicas das rochas sedimentares em um conjunto qual e quanto aos estratos correlatos ao Triássico e seus contextos deposicionais espalhados pelas antigas províncias tectônicas do Gondwana.

As litologias sedimentares do sul da África no Triássico são da Bacia do Karoo, a qual é representada por estratos do Carbonífero Superior ao Jurássico Inferior, representando o câmbio climático sofrido no limite Permo-Triássico e os resultados refletidos na fauna e flora (BENEDETTO, 2010). Argilitos laminados relacionados a esse limite são encontrados na Formação Katberg pertencente ao Grupo Beaufort, representada por uma progradação de cunhas clásticas que alcança a espessura de 1000m, composta de arenitos canalizados e siltitos em ciclos granodecrescentes interpretados como depósitos de rios de alta sinuosidade (GASTALDO et al., 2005). Acima destes, as fácies apresentam estratos com arenitos de grãos finos de alto regime de média energia e estratificação cruzada depositada em sistemas de rios efêmeros. O aumento de carga de sedimentos de leitos de rios tem sido relacionados com a menor fixação de solos, causado pela escassez de vegetação somado ao clima fortemente estacional com grandes extremos (GASTALDO et al., 2005).

Nos seguintes estratos do Grupo Beaufort, os quais culminam no Triássico Médio Inferior com argilitos laminados e marrons depositados por rios meandriformes (Formação Burgersdorp) (GASTALDO et al., 2005). Após, o Triássico Superior sul-africano apresenta uma discordância do Grupo Beaufort, sendo representada pelo Grupo Stornberg, começando com a Formação Molteno, constituída por depósitos de rios entrelaçados arenosos que variam de rios de alta sinuosidade a planícies aluviais (CATUNEANU et al., 2005).

O Triássico na Antártida se tem documentado por rochas sedimentares representadas por arenitos depositados em rios entrelaçados correlatos ao Triássico Inferior nos Montes Transantárticos, de onde estão postos de forma concordante com rochas do Permiano Superior (COLLINSON et al., 1994; HAMMER, 1989).

Já na Índia, a sucessão sedimentar se depositou em sistemas de riftes intracratônicos no setor costeiro oriental da península. As camadas indianas correspondem a depósitos glaciolacustres e terminam com a sucessão fluvial da Formação Barakar, rica em carvão. A sucessão triássica está representada por vários ciclos de rejuvenescimento da rede fluvial, as camadas de conglomerados variam de pelitos a argilas roxas (Formação Kamthi e Maleri). Esses ciclos continuam até o Jurássico Inferior e são interpretados como resultado das reativações do sistema de riftes (BISWAS, 2003).

A maior parte das regiões Andinas e extra-Andinas correspondentes à Colômbia, Venezuela, Peru e Bolívia foram submetidas a esforços extensionais que geraram bacias limitadas por falhas nas quais se acumularam rochas sedimentares clásticas continentais e vulcanoclásticas associadas à magmatismo ácido a intermediário (BAYONA, 2005). Essa geometria dos sistemas formada por grabens foi controlada, em parte, pelas características estruturais do embasamento (BAYONA, 2005; RAMOS; ALEMAN, 2000; SARMIENTO-ROJAS; VAN WESS; CLOETHING, 2006; SEMPERE, 1995).

Em relação à porção Oeste do Gondwana, as bacias de rifte triássicas do centro-oeste da Argentina são continentais, enquanto no setor triássico chileno são registradas intercalações marinhas (BENEDETTO, 2010). No sul da Argentina existem afloramentos na Bacia de Neuquehn e na região patagônica (Maciço Norte-Patagônico e o Grupo El Tranquilo no Maciço de Deseado da Província de Santa Cruz) (BENEDETTO, 2010). As unidades geológicas que constituem o Grupo El

Tranquilo são: Formações Cañadón Largo (Ladiniano inferior – Carniano Superior) e Laguna Colorada (Noriano), ambas as formações apresentam litologias relacionadas a sistemas fluviais de moderada a alta sinuosidade registrando uma intensa vegetação característica de planície de inundação (ADAMI-RODRIGUES; GNAEDINGER; GALLEGO, 2008). A geometria dos sistemas de rifte foi controlada pelas descontinuidades corticais geradas pela adição de terrenos durante o Paleozóico. Os depocentros das Bacias de Ischigualasto, Marayes, Las Salinas e Beazley se alinham ao largo da antiga sutura entre os terrenos Pampia e Cuyania (RAMOS; KAY, 1991). Os depósitos sedimentares Argentinos retratam leques aluviais, rios entrelaçados e efêmeros, planícies de inundação com lagos e deltas lacustres, também ocorrem paleoambientes lacustres, com lagos relativamente rasos (BENEDETTO, 2010; LOPES-GAMUNDI; ASTINI, 2004; KOKOGIAN et al., 2000; KOKOGIAN; FERNANDEZ-SEVESO; MOSQUERA, 1993).

3.1.1.1 A Bacia do Paraná

Em território brasileiro, a Bacia do Paraná representa uma bacia intracratônica que cobre uma área de aproximadamente 1.700.000km² da Plataforma Sul-americana (Fig.3) (HOLZ et al., 2010). O preenchimento sedimentar dessa bacia é condicionado por ciclos tectôno-eustáticos relacionados à evolução da porção Oeste do Gondwana durante o Paleozóico e Mesozóico (MILANI et al., 2007).

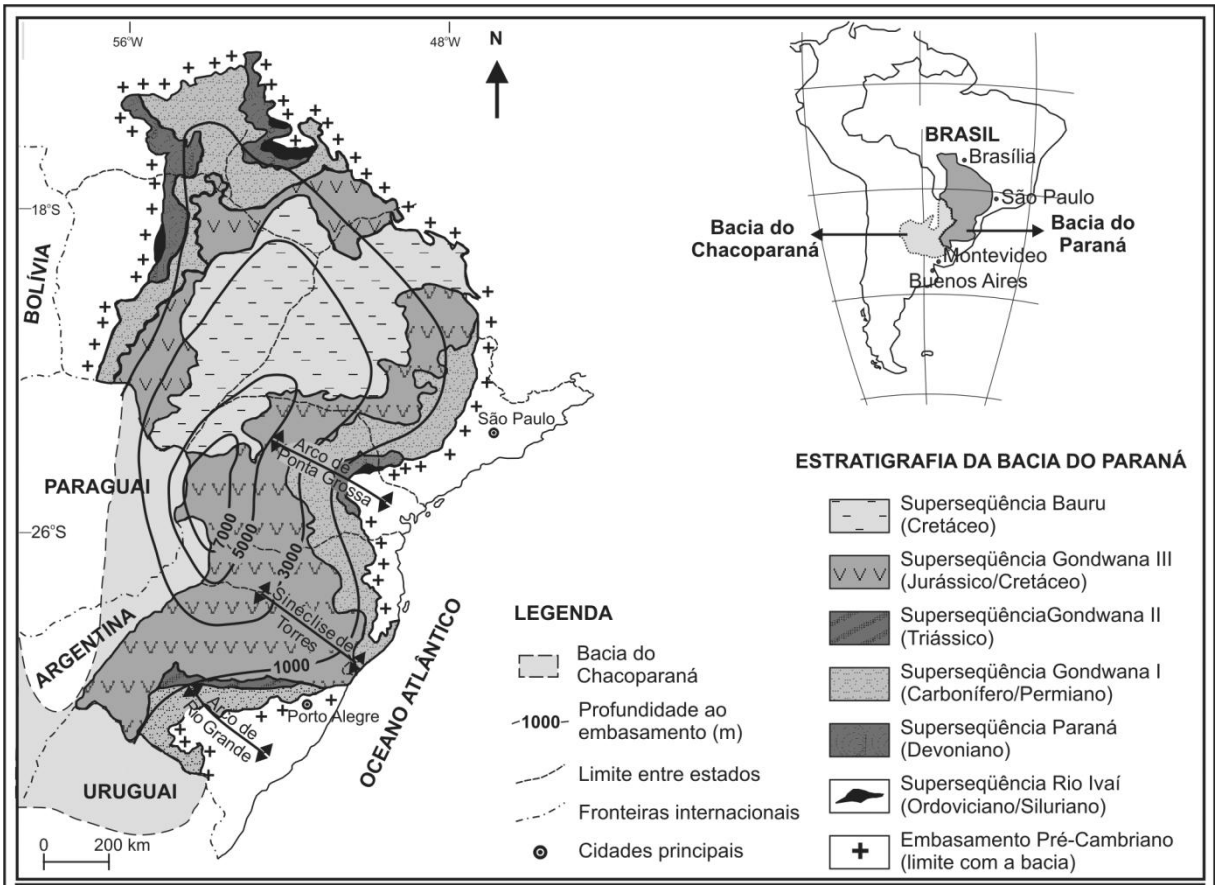

Figura 3 - A Bacia do Paraná localizada geograficamente com o conjunto de rochas correlacionadas aos seus períodos geológicos.

Fonte: Adaptado de MORI; SOUZA, 2010. p.3.

Os ciclos tectôno-eustáticos foram controlados pela sedimentação da Bacia do Paraná e ocasionaram um registro estratigráfico marcado por inúmeras interrupções causadas por erosão e não deposição. Conforme Milani et al. (2007), o preenchimento da bacia é dividido em seis sequências deposicionais de segunda ordem, compreendendo o intervalo temporal do Neordoviciano ao Neocretáceo (Fig.4).

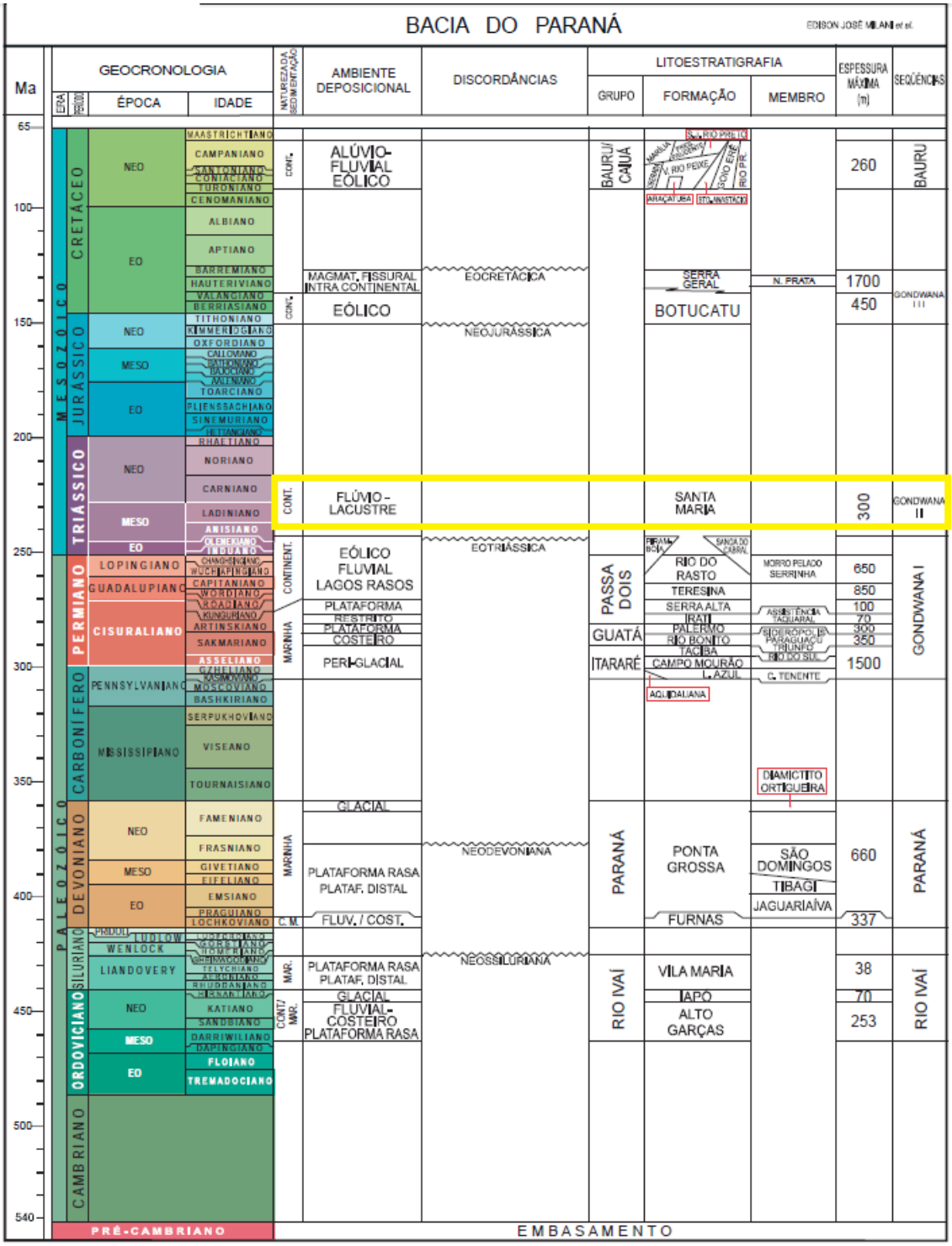

Figura 4 - Camadas sedimentares correlatas ao Triássico na Bacia do Paraná, e as camadas sedimentares correspondentes deste estudo da supersequência Gondwana II (retângulo amarelo).

Fonte: Adaptado de MILANI et al., 2007, p.287.

3.1.1.2 O Triássico no Rio Grande do Sul

As rochas sedimentares correlatas ao Triássico do Rio Grande do Sul foram abordadas sob o enfoque da Estratigrafia de Sequências e consideradas como correspondendo a duas Supersequências (Sanga do Cabral e Santa Maria), sendo a de rochas (Formação Santa Maria) mais jovens pertencentes a três sequências de terceira ordem, controladas tectônica e climaticamente, cada uma correspondendo a intervalos de 0,5 a 3 milhões de anos de duração (Fig.5) (ZERFASS, 2003).

As camadas de rochas sedimentares mais antigas para o Triássico do Rio Grande do Sul são da Formação (Supersequência) Sanga do Cabral, correspondentes ao Triássico Inferior, que apresentam desconformidade com o Permiano Superior da Formação Rio do Rastro/Piramboia e com a Formação Santa Maria no Triássico Médio (ZERFASS, 2003). As fácies dessa formação são compostas de conglomerados e arenitos laminados, contendo material reciclado e fragmentos de rochas sedimentares em pequenos canais confinados. Essas litologias foram desenvolvidas em um gradiente aluvial plano sobre uma pequena planície de acomodação essas deposições se desenvolveram em condições áridas e semiáridas, e ainda, alguns argilitos lenticulares ocorrem e são relacionados a pequenos lagos e lagoas (ZERFASS, 2003).

Bortoluzzi (1974) descreveu o Membro Passo das Tropas como incluído na Formação Santa Maria:

> A primeira (fácies Passo das Tropas) é constituída por cerca de 25m de arenitos grosseiros e conglomeráticos, contendo bolsões de conglomerados a base de clastos de argila e siltitos vermelhos, com restos de flora *Dicroidium*; o horizonte arenoso interdigita-se, superiormente, com siltitos e folhelhos vermelhos, com fósseis vegetais, conchostráceos e restos de peixes (BORTOLUZZI, 1974, p.73).

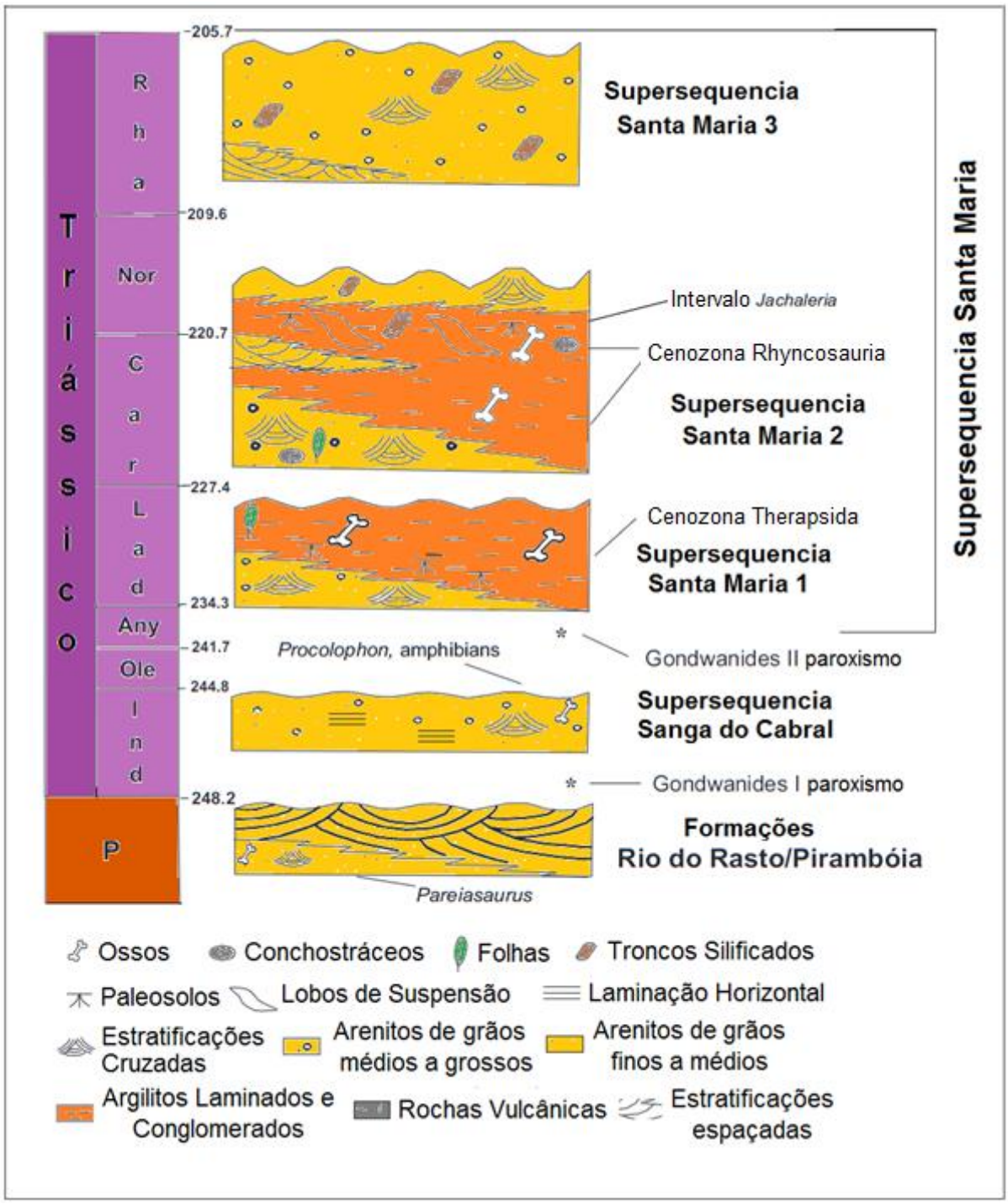

Figura 5 - Perfis estratigráficos na estratigrafia de sequências.

Rochas Sedimentares separadas em suas supersequências correlatas ao Permiano Tardio e o Triássico do Rio Grande do Sul com as suas cenozonas bioestratigráficas.

Fonte: Adaptado de ZERFASS, 2003, p.65.

No Triássico Médio e Superior, da Formação (Supersequência) Santa Maria, no Brasil *sensu* Faccini (2000) é subdividida em Supersequências: Santa Maria I (SM-I), II (SM-II) e III (SM-III) (ZERFASS, 2003):

A SM-I é formada por 50 metros de rochas sedimentares composta de ortoconglomerados, arenitos com estratificação cruzada e conglomerados com grãos finos de arenitos e siltitos laminados intercalados, os quais são interpretados como deltas lacustres, o conjunto destas fácies é descrito como representantes de rios de baixa sinuosidade de alta energia (ZERFASS, 2003).

A SM-II é composta por 130m de rochas sedimentares correlatas ao Triássico Médio, formadas por arenitos de grãos finos a médios em estratificação cruzada, que são intercalados por argilitos; esse conjunto é interpretado como depósitos fluviais (ZERFASS, 2003). Esses sistemas fluviais apresentavam transgressões resultantes de mudanças abruptas de depósitos de arenitos a argilitos, estes últimos compostos de argilas vermelhas massivas ou laminadas contextualizando sistemas lacustres temporários (ZERFASS, 2003). Em alguns afloramentos ocorrem pacotes de rochas sedimentares eólicas de arenitos compostos de grãos finos a médios apresentando estratificação cruzada, estes sistemas de dunas representam câmbios climáticos neste período (ZERFASS, 2003). A sucessão é apresentada pela Formação Caturrita, constituída por arenitos finos em estratificação cruzada, os quais são interpretados por faixas de canais fluviais. Ritmitos com estratificação laminada e arenitos sigmoidais ocorrentes de estratificação laminada de arenitos, representam sistemas deposicionais flúvio-lacustres, no conjunto das fácies da Formação Caturrita (ZERFASS, 2003).

Acima, as fácies sedimentares da SM-III são compostas de 20m de arenitos pertencentes ao “Arenito Mata” de idade Triássico Superior apresentando descontinuidade com a Formação Caturrita (ZERFASS, 2003). E constituída de arenitos com estratificação cruzada e conglomerados, incluindo clastos reciclados. As litofácies da SM-III são interpretadas como produtos de fluxos gravitacionais de alta energia, causados por colapsos fluviais (ZERFASS, 2003).

3.2 Paleontologia – O Registro das Interações Inseto-Planta

O estudo das interações entre plantas vasculares e artrópodes do Paleozóico registra um paradigma que prevaleceu durante trinta anos em poucas publicações, as quais consideravam os artrópodes como sendo exclusivamente detritívoros nesta Era (EDWARDS et al., 1995; COX, 1974; HUGHES; SMART, 1967; ROLFE, 1985; SHEAR; KUKALOVÁ-PECK, 1990; ZWÖLFER, 1978). Contudo, alguns paleobiologistas e entomologistas propuseram que grupos de insetos do Paleozóico eram herbívoros vorazes (POPOV; WOOTTON, 1977; ROHDENDORF; RASNITSYN, 1980), sendo que uma minoria era endofítica e, portanto, consumidora de tecidos internos das plantas (LABANDEIRA; PHILLIPS, 1996b; MALYSHEV, 1966; SHAROV, 1966).

Dessa maneira, o último trabalho de Labandeira (2006) integrou os resultados de interações definindo quatro fases quanto as relações de artrópodes e plantas desde a primeira evidência de herbivoria de 420m.a. no Siluriano Superior, estas fases são: (1) do Pridoli ao Devoniano Superior (64,1m.a.), fase de miriápodes e apterygotos, hexápodes (possíveis pterygotos) herbívoros de muitos clados de plantas vasculares e de um protofungo primitivo; (2) Mississipiano Superior até o fim do Permiano (78,7m.a.), fase de ácaros e apterygotos e pterigotos basais herbívoros em pteridófitas e em gimnospermas basais; (3) Triássico Médio até o Recente (247,2m.a.), fase de ácaros, ortópteros, hemípteros derivados e insetos holometábolos herbívoros em pteridófitas e gimnospermas (Fig.6); e (4) Metade do Cretáceo Inferior até o Recente (122,75m.a.), fase dos aspectos morfológicos modernos dos ortópteros, hemípteros derivados e insetos herbívoros holometábolos em angiospermas.

Por intermédio do registro de plantas vasculares e artrópodes, foram caracterizadas taxonomicamente as biotas terrestres do Mesozóico Inferior das províncias gonduânicas como, por exemplo, a da Argentina e Chile (ARTABE;

MOREL; GANUZA, 2007; ARTABE; MOREL; SPALLETTI, 2003; ARTABE et al., 2007; SPALLETTI, ARTABE; MOREL, 2003, SPALLETTI et al., 2005; GALLEGO, 1997), a da África (ANDERSON, J.M., ANDERSON H.M., 1995; ANDERSON et al., 1996; GASTALDO et al., 2005), da Antártica (DUTRA, 2004; RETALLACK et al., 2005; TAYLOR, 1996), da Austrália (RETALLACK, 1977) e do Rio Grande do Sul (DA ROSA, GUERRA-SOMMER, CAZZULO-KLEPZIG, 2009; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 2000; GUERRA-SOMMER et al., 1999; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG; IANUZZI, 1999; MARTINS-NETO; GALLEGO, 2011). Apesar disso, a compreensão da evolução através das interações de plantas e insetos não foi bem documentada pelas biotas do Mesozóico e a maioria consiste da avaliação de poucas interações entre organismos simples e plantas, resultado de documentação feita com poucos espécimes (ADAMI-RODRIGUES, 2003; LABANDEIRA, 1998). Toda essa documentação foi elaborada durante os últimos vinte e cinco anos e reproduzida por uma série de artigos (CHALONER; SCOTT; STEPHENSON, 1991; LABANDEIRA, 2006; SCOTT; STEPHENSON; CHALONER, 1985; 1992).

Em contraste, estudos significativos sobre a atual interação entre plantas e artrópodes estendem-se até meados do século XIX (PACKARD, 1890; RILEY, 1892a, b) refletidos em sua biodiversidade (Fig.6). Uma renascença de produção científica aconteceu entre 1960 e 1980, através de alguns artigos influentes que propuseram novos mecanismos de observação em amostras contendo interação entre insetos e plantas (BERENBAUM, 1983; EHRLICH; RAVEN, 1964; FEENY, 1976), revigorando o interesse multidisciplinar nesse campo.

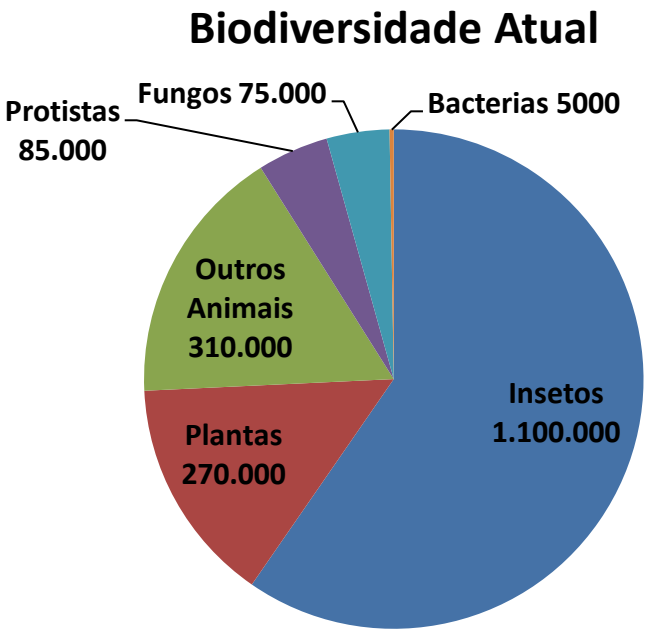

Figura 6 - Biodiversidade atual conhecida estimada.

Fonte: Adaptado de DEL-CLARO; TORENZAN-SILINGARDI, 2012, p.40.

O Triássico no Gondwana é marcado pela Flora *Dicroidium,* que teve seu primeiro registro na Jordânia, no Permiano Superior (Lopingiano) e substituiu a Flora *Glossopteris* no limite Permo-Triássico, sendo um dos únicos gêneros que não sucumbiu a este momento, colonizando o território do Gondwana (KERP et al., 2003). Esta paleoflora com a dominância das coristospermáceas, quase sempre está associada a outros grupos Paloebotânicos em menores proporções de pteridófitas (Lycopsida, Sphenopsida, Filicopsida) e de gimnospermópsidas (Peltaspermales, Maratiellales, Petriellales, Pteridospermas *Incertae Sedis,* Ginkgoales, Czekanowskiales, Dordrechtitiales, Voltziales, Coniferales e Gimnospermae *Incertae Sedis*) (ARTABE; MOREL; GANUZA, 2007).

A ordem Corystospermales foi instituída por Thomas (1933), as compressões das frondes desse grupo têm a seguinte descrição morfológica (Fig.7):

> As folhagens do tipo *Dicroidium* [...] constituem-se em frondes de pinadas a tripinadas, com ráquis principal bifurcado e pinas subopostas e decurrentes. As pínulas podem ter limbos desenvolvidos, odontopterídeos, ou então muito reduzidos, até quase filamentar. A venação varia entre os tipos esfenopterídea, odontopterídea ou mais raramente uninervada. A cutícula pode ser espessa ou fina e os estômatos anfiestomáticos com papilas frequentes (GUERRA-SOMMER; PIRES, 2011, p.290).

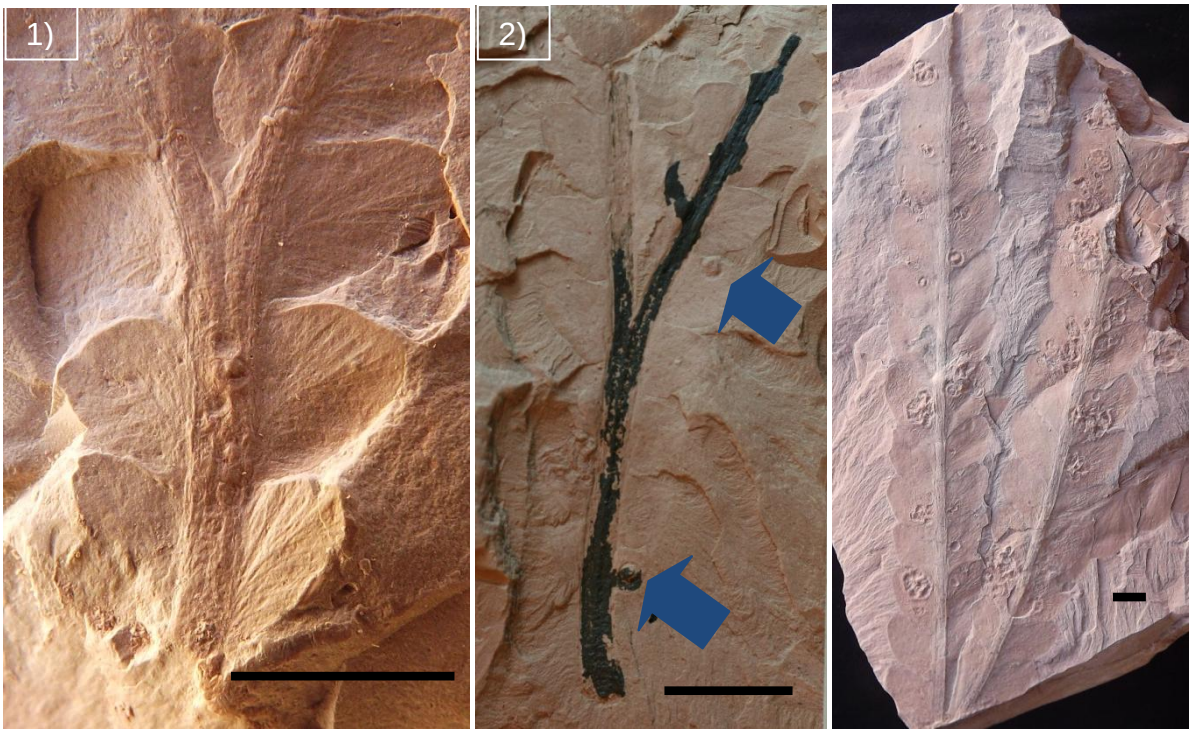

Figura 7 - Morfologia das Corystospermales.

Dicroidium odontopteroides com detalhes morfológicos. Frondes bifurcadas e bipinadas, pinas subopostas, pínulas odontopterídeas: 1) *Dicroidium odontopteroides* com galhas na ráquis onde começa a bifurcação da fronde; 2) Parte basal da fronde de *Dicroidium odontopteroides* com galhas nas pinas (seta azul); 3) Porção distal da fronde de *Dicroidium odontopteroides* atacada por várias galhas. Escalas: 1cm.

As Corystospermales tinham o hábito arbóreo, pois foram associadas a caules permineralizados do gênero *Rhexoxylon* na América do Sul (BODNAR; ARTABE, 2012), na África (BANCROFT, 1913) e na Antártica (TAYLOR, 1992).

As coristospermáceas habitavam paleoambientes de mangues, pântanos costeiros, florestas de planície de inundação, florestas xéricas e florestas semelhantes a matas de galeria em paleoclimas fortemente estacionais com alternância de épocas chuvosas e secas (ARTABE et al., 2007; GUERRA-SOMMER; PIRES, 2011; SPALLETTI; ARTABE; MOREL, 2003; SPALLETI et al., 2005).

Um dos eventos que marcou o Mesozóico foi a radiação das quatro ordens dominantes de insetos (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera) e de algumas remanescentes do Carbonífero, notadamente os Orthoptera (LABANDEIRA, 1998; 2006).

Nos registros do Triássico Superior para o hemisfério Norte, há uma mudança em relação à alimentação dos insetos herbívoros por Pteridospermae,

Gnetales, Coniferales e Cycadales, documentada em floras do sudoeste dos EUA (ASH, 1997, 1999) e do oeste europeu (GRAUVOGEL-STAMM; KELBER, 1996).

O primeiro registro para atividades alimentares de insetos do Triássico Superior é fornecida por evidências encontradas por Adami-Rodrigues, Gnaedinger e Gallego (2008) em paleofloras do Grupo El Tranquilo, Província de Santa Cruz na Argentina. As unidades portadoras de paleofloras que constituem o Grupo El Tranquilo são: Formações Cañadón Largo (Ladiniano inferior – Carniano Superior) e Laguna Colorada (Noriano) (ADAMI-RODRIGUES; GNAEDINGER; GALLEGO, 2008). A paleoflora do Grupo El Tranqüilo, Patagônia argentina, é composta exclusivamente por impressões e compressões foliares que, em suma, preserva detalhes de venação, permitindo a observação detalhada de atividades alimentares de insetos (ADAMI-RODRIGUES; GNAEDINGER; GALLEGO, 2008). A análise qualitativa de fitofagia revelou preliminarmente 10 tipos de danos, quais sejam: atividade alimentar externa de folhagem contínua, atividade alimentar descontínua de bordo foliar, atividade alimentar de ápice foliar, remoção de limbo foliar do tipo ovoide, remoção do limbo foliar do tipo linear, mina linear, esqueletonização, perfuração e sugação, galha e oviposição (ADAMI-RODRIGUES; GNAEDINGER; GALLEGO, 2008). O potencial de informações geradas a partir dos estudos preliminares das interações inseto-planta do Grupo El Tranquilo foi de extrema importância na integração com dados tafonômicos, paleoambientais e estratigráficos, revelando-se como contribuição inédita e indispensável no aprimoramento do conhecimento da evolução geológica das camadas portadoras do registro (ADAMI-RODRIGUES; GNAEDINGER; GALLEGO, 2008).

Na mesma potencialidade e importância do registro fossilífero das interações, Gnaedinger, Adami-Rodrigues e Gallego (2007) registram pela primeira vez no Triássico Superior do norte do Chile, Formação Las Breas, oviposições em folhas de *Heidiphyllum* sp., *Taeniopteris* sp. e *Pseudoctenis* sp., os quais permitem a identificação dos mecanismos diferenciados de postura de odonatópteros.

Devido ao extremo quente paleoclimático atingido pelo "Green House" no fim do Triássico, as formas da Flora *Dicroidium*, especialmente as coristospermáceas, foram desaparecendo e sendo substituídas por coníferas, estas sendo mais resistentes ao clima mais quente, espalharam-se nas novas províncias magmáticas surgidas, associadas a registros de queimadas, as quais são relatados em alguns trabalhos recentes da Alemanha e Suécia (PETERSEN; LINDSTROM, 2012), sendo

o Jurássico marcado pelo aparecimento das novas formas exclusivas de paleoflora, as Bennettitales e filicófitas (ARTABE; MOREL; GANUZA, 2007).

3.2.1 O Registro de Insetos e Plantas no Triássico no RS

O registro paleoflorístico conhecido no Triássico no Rio Grande do Sul foi marcado pelas Floras de *Dicroidium* (Fig.8) e de *Araucarioxylon* (BORTOLUZZI; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 1984; 1985; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG; IANUZZI, 1999; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 2000; GUERRA-SOMMER et al., 2000), e foi atribuído aos conglomerados e pelitos, respectivamente, das Sequências Santa Maria I e III (ZERFASS et al., 2003). Nessa sucessão triássica estão incluídos outros estratos pelíticos, de caráter maciço, de onde provém a fauna de tetrápodos que a tornou mundialmente conhecida (Fig.9) (SCHULTZ; SCHERER; BARBERENA, 2000).

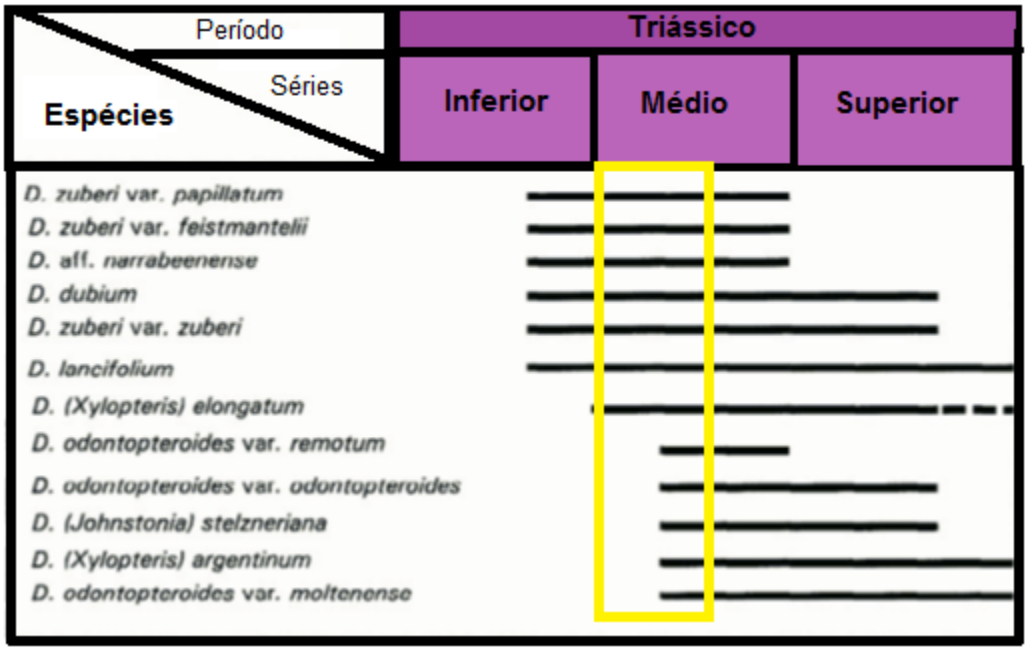

Figura 8 - Zoneamento bioestratigráfico para a Bacia do Paraná no Triássico da Flora *Dicroidium* (retângulo amarelo).

Fonte: Adaptado de GUERRA-SOMMER et al., 2000, p.93.

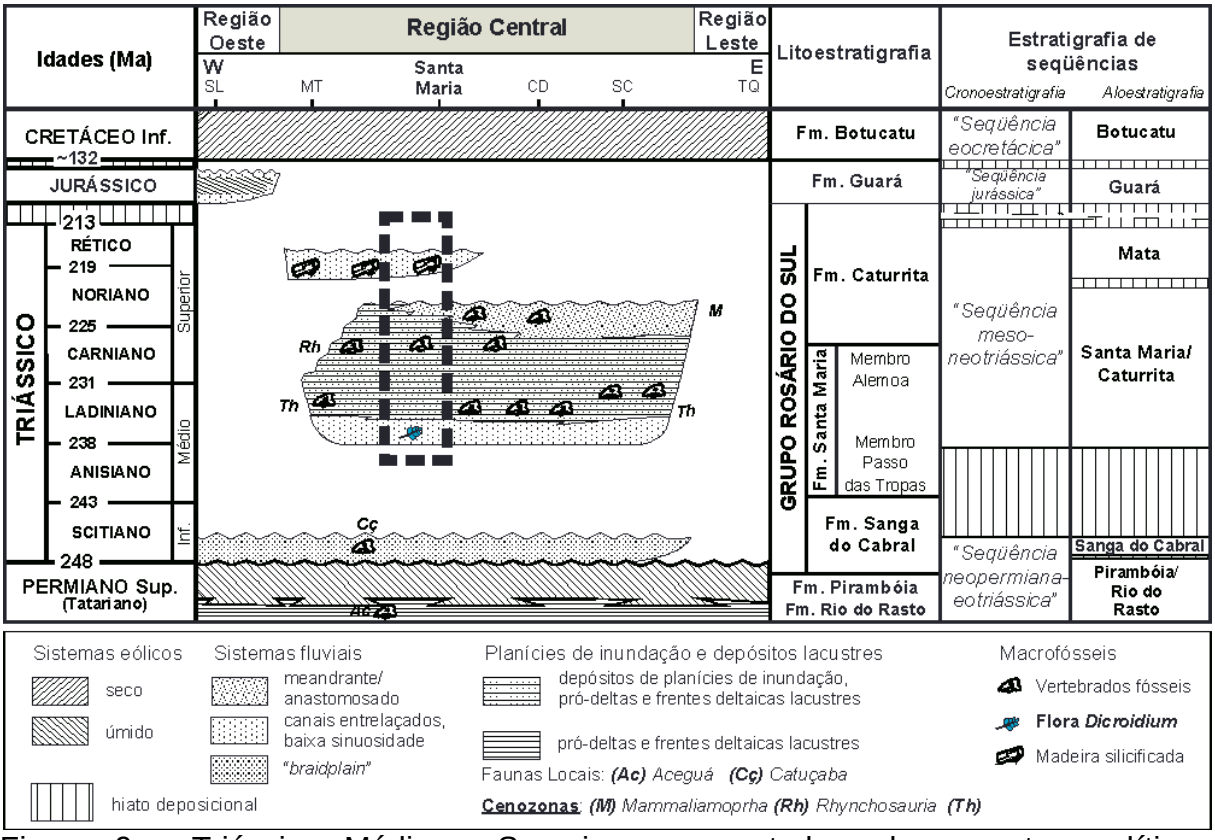

Figura 9 - Triássico Médio e Superior representado pelos pacotes pelíticos (retângulo tracejado) do Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS.

Fonte: DA ROSA; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 2009, p.7.

Na paleoflora para o Triássico Médio do Rio Grande do Sul, Da Rosa, Guerra-Sommer e Cazzulo-Klepzig (2009) fazem um último trabalho com abordagem bioestratigráfica com a Flora *Dicroidium odontopteroides*, ocorrente no extinto afloramento Passo das Tropas, onde relatam a ocorrência das Pterisdospermophyta (Corystospermales) sendo o táxon mais representado (70%), seguido de Coniferophyta (10%) e outros grupos botânicos menos representados. Ainda nesse trabalho abordam o contexto deposicional de pequenos lagos temporários de uma planície de inundação e de tafonomia dada como processo hipoautóctone de deposição, com a vegetação morfologicamente xérica e a localizacao da paleolatitude de 48º, localizando esses paleoambientes em zonas de transição entre o tropical e o temperado cálido (DA ROSA; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 2009).

O Membro Passo das Tropas tem o registro de insetos dos grupos de Blattoptera e Homoptera (PINTO, 1956; PINTO; ORNELLAS, 1974). Em trabalho publicado recentemente relata a ocorrência de Blattoptera e de outros táxons ainda

não registrados para os estratos correlatos (Coleoptera, Grylloblattida e Orthoptera) em amostras retiradas do mesmo afloramento (Fig.10) (CORREA et al., 2012). Essas evidências da entomofauna estão associadas à Flora *Dicroidium*, onde também ocorrem escamas de peixes e conchostráceos, sendo esta paleoflora de mais afinidade com a Formação Molteno da África do Sul do que estratos argentinos (BARBONI; DUTRA, 2012).

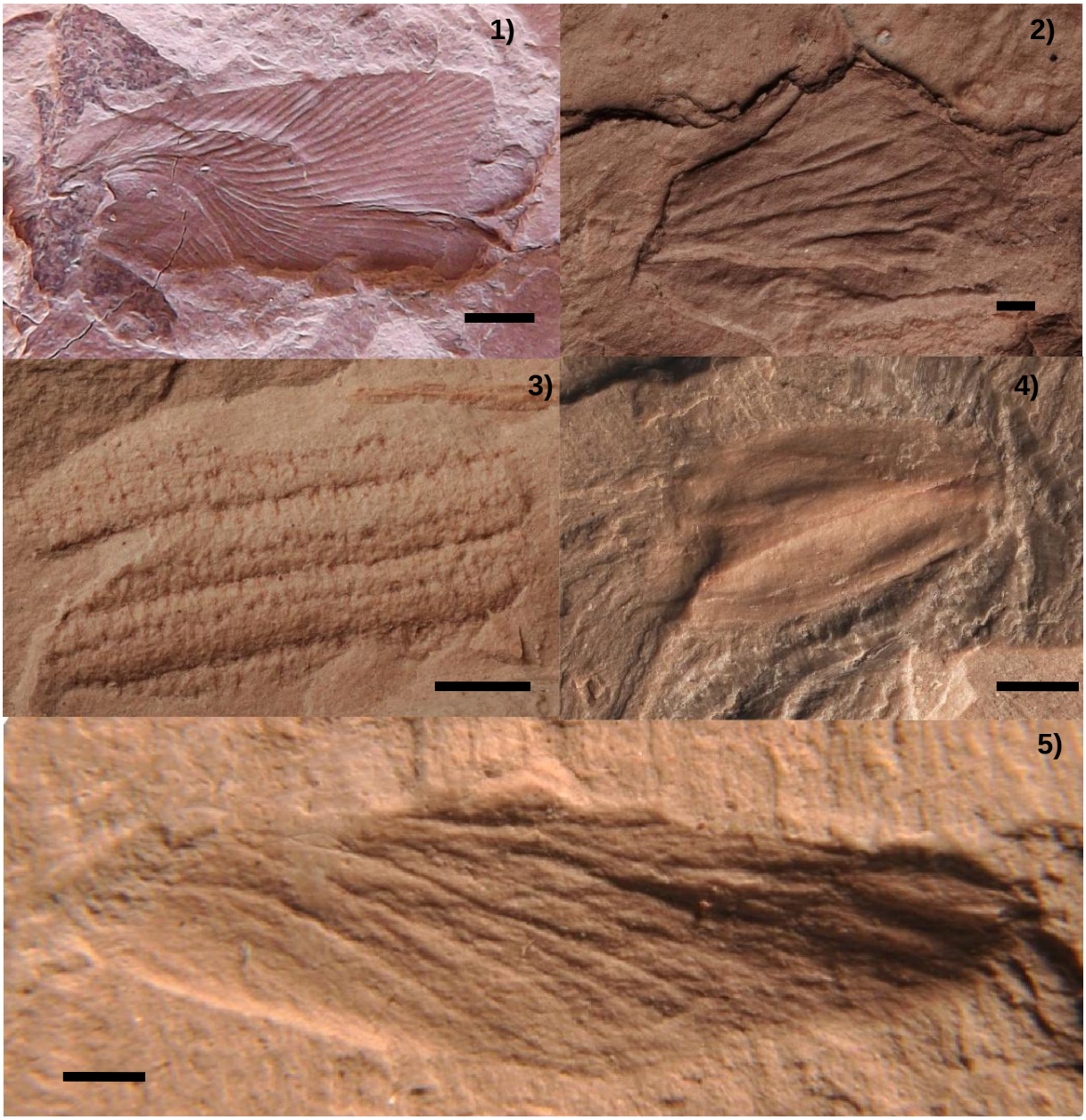

Figura 10 - Asas de Insetos registradas no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Prováveis agentes de interações inseto-planta: 1) Blattoptera; 2) Grylloblattida; 3) Coleoptera; 4) Coleoptera; 5) Orthoptera. Escalas: 1mm.

Fonte: Adaptado de CORREA et al., 2012.

Registrou-se, em trabalhos da Formação Caturrita, a ocorrência de dois grupos da paleoentomofauna, Blattodea, Gryllidae e Nepticullidae e, também, a ocorrência de galhas e minas (ADAMI-RODRIGUES et al., 2011); Nas assembleias paleoflorísticas do Triássico Superior são abundantes as impressões de ramos e folhas de coníferas, com características ora primitivas, ora de mescla entre distintos grupos, como as que caracterizam o Complexo *Pagiophyllum-Brachyphyllum-Cyparissidium* (WILBERGER; DUTRA; STRANZ, 2004). Entre esses, alguns mostram caracteres que já estavam presentes nas floras do Permiano Superior (Lopingiano) e outros, tipos que não ultrapassam o Jurássico Inferior estando acompanhados por elementos cuja morfologia sugere relações com outras formas de gimnospermas, como as Bennettitales, e de restos de Equisetales (DUTRA; FACCINI, 2002; DUTRA; WILBERGER; FACCINI, 2007). Outro trabalho de Crisafulli e Dutra (2011) registra lenhos de uma diversa megaflora de ramos de *Brachyphyllum* Brongniart e *Pagiophyllum* Heer, preservadas tridimensionalmente, e estruturas reprodutivas e vegetativas de Bennettitales, folhas de *Podozamytes* sp., e outros traços de caules que incluem uma Taxaceae e gimnospermas de afinidade incerta e inéditas. A última publicação Silva et al. (2012) discute as implicações da flora e fauna registrada na Formação Caturrita não estar correlacionada com o Retiano do Triássico Superior, podendo se tratar de estratos do Jurássico Inferior devido à ocorrência de duas pegadas de dinossauro. Ainda, em resumo publicado, Wilberger et al. (2012) relata o caráter avançado de *Williamsonia* (Bennettitales) e a ausência da Flora *Dicroidium* na Formação Caturrita do Triássico Superior, propondo uma idade pós-triássica para estes estratos.

4 Material e Método

4.1 Área de Estudo – Afloramento Espuma

O Afloramento Espuma está localizado no Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, na margem da BR-392, sob coordenadas 29^{0}44 37,85’S e 53^{0}47’36,12’’O (Fig.11). Os fitofósseis estão num estrato com estratificação plano paralela de argilitos com 2m de espessura, intercalado a camadas de arenitos médios a grossos com grânulos, além de estratificação cruzada incipiente na base e no topo, retratando um paleoambiente fluvial entrelaçado (Fig.12) (CENCI et al., 2012).

Figura 11 - Localização do Afloramento Espuma às margens da BR-392 (amarelo), aos arredores do município de Santa Maria, indicado pela seta vermelha.

Fonte: GOOGLE MAPS, 2012.

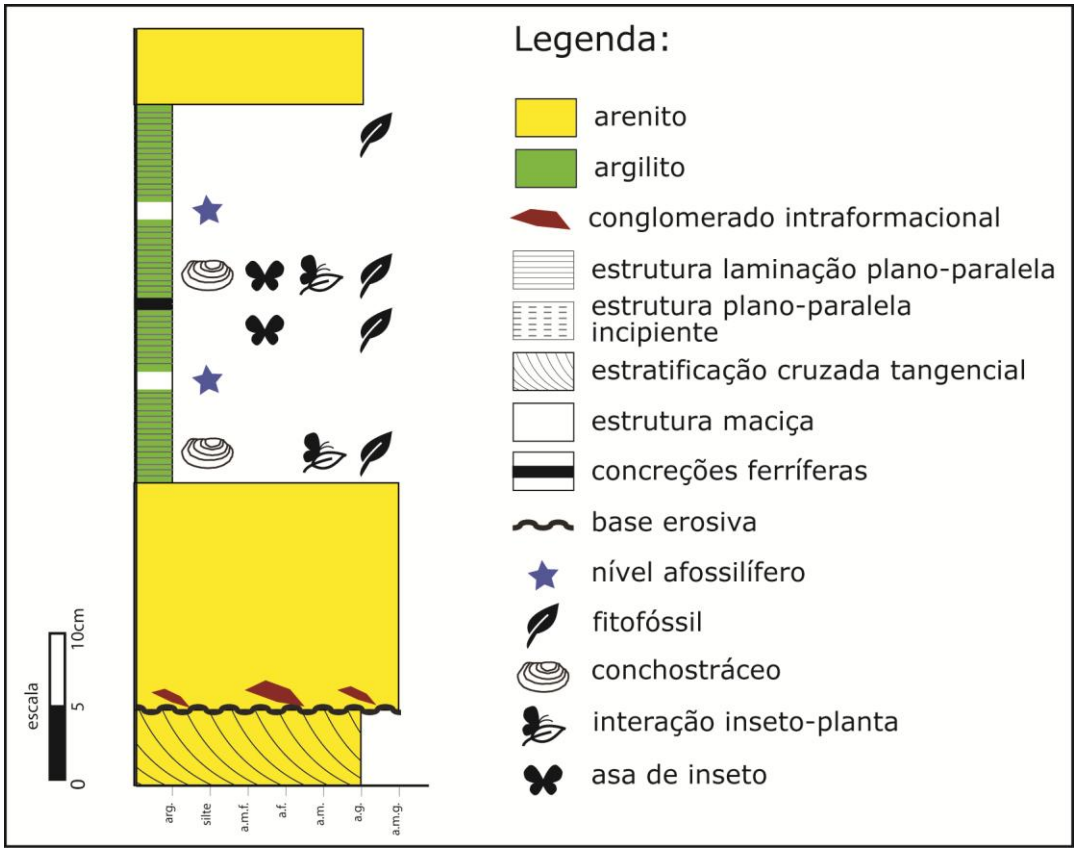

Figura 12 – Perfil Estratigráfico do Afloramento Espuma (em fase de elaboração)[1].

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. Núcleo de Estudos em Paleontologia e Estratigrafia.

[1] Perfil Estratigráfico elaborado e cedido por Camile Urban, Núcleo de Estudos em Paleontologia e Estratigrafia, UFPel, 2012.

4.2 Método e Análise

A coleta no Afloramento Espuma foi realizada durante um ano em seis saídas a campo, sendo coletadas 414 amostras com impressões/compressões da paleoflora, com oito horas de coletas por dia, totalizando um esforço de 48 horas.

As amostras após a coleta foram preparadas com base em medologia pré-definida por Barboni, Silva e Lisboa (2008) que propõe uma técnica de coleta e estabilização para preservação de amostras fósseis de plantas em pelitos laminados da Formação Caturrita, a qual foi adotada neste trabalho. A técnica consiste em passos definidos pelo autor como, primeiramente passos visando à estabilização do material, a seguir relatadas (Fig.13): (1) delimitação inicial do tamanho provável dos exemplares a serem coletados e sua limpeza superficial com o uso de pincéis e outros materiais adequados ao tipo de preservação (agulhas histológicas, instrumentos odontológicos, pincéis, martelo); (2) estabilização da rocha, introduzindo cola à base de cianoacrilato nas fraturas, para evitar o contato com o fóssil; (3) uma vez verificada a estabilidade, extração da amostra; (4) recobrimento com filme de policloreto de vinila para não permitir a desidratação e manutenção posterior em local fresco e à sombra; e (5) armazenamento das amostras em caixas baixas e largas que impeçam a sobreposição do material (BARBONI; SILVA; LISBOA, 2008).

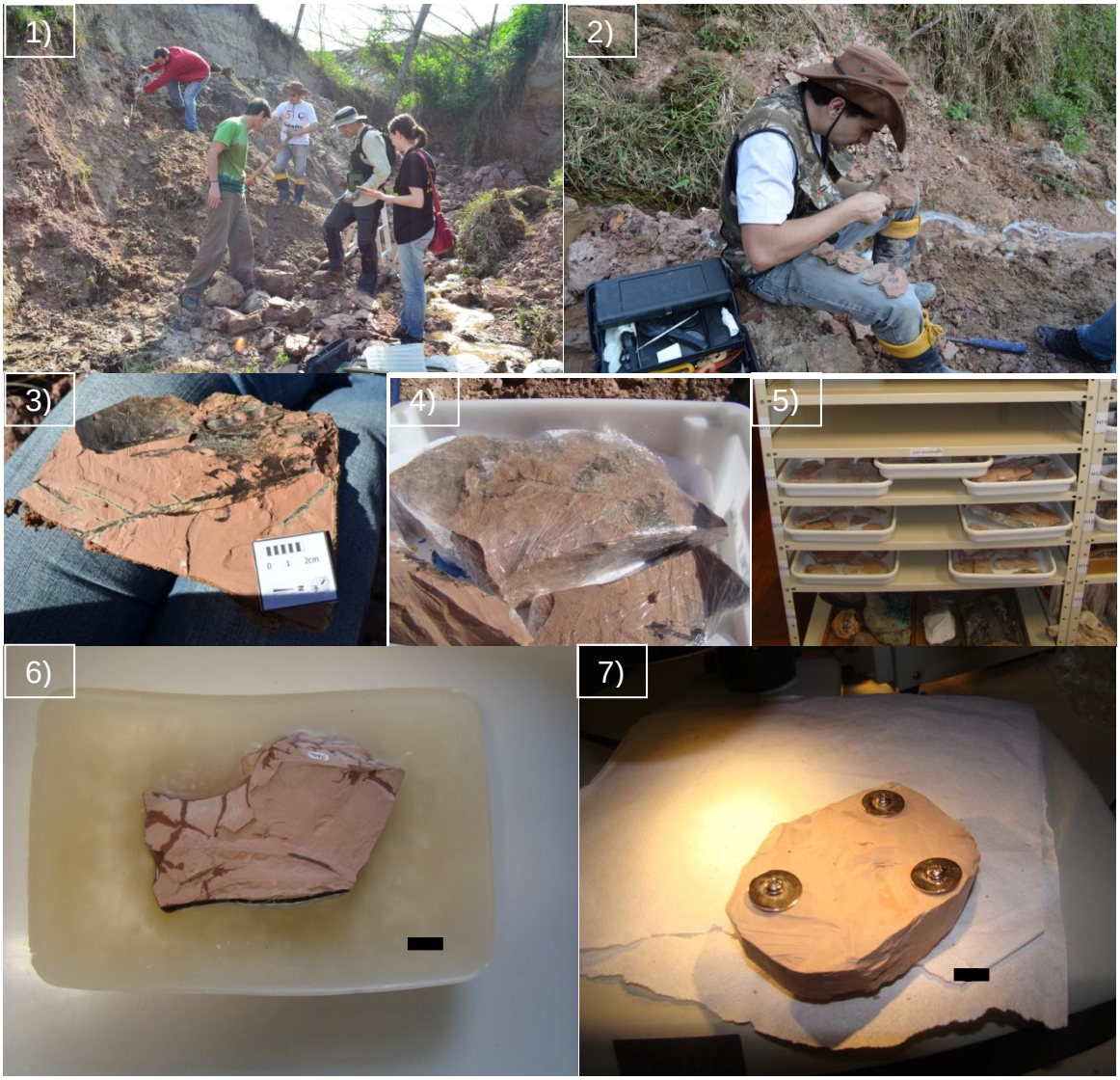

Figura 13 - Metodologia aplicada na preparação dos fósseis provenientes do Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS.

1) Retirada do sedimento excedente para alcançar os fósseis do afloramento; 2) Identificação e pré-preparamento dos fósseis para serem embalados; 3) Amostra de *Dicroidium zuberi* úmida, identificada e pronta para ser embalada por filme de policloreto de vinila; 4) Amostra embalada pronta para ser levada ao laboratório; 5) Amostras embaladas com pequenos furos nas embalagens para que a secagem não seja brusca - duração da secagem de 1 a 2 meses; 6) Amostra estabilizada para ser analisada em bloco de parafina; 7) Amostra estabilizada com parafusos, também aplicados para ajustes da superfície do fóssil quando fotografados. Escalas: 1cm.

Após, em laboratório, (6) as amostras foram deixadas em temperatura ambiente por uma semana, caso novos pontos de fratura fossem observados. Retomaram-se os procedimentos de campo preenchendo as fraturas com a cola à base de cianoacrilato. Transcorrido o período de secagem, foi feita uma última limpeza para expor o fóssil com os instrumentos indicados. Em seguida, a amostra recebeu a aplicação de resina acrílica em suas laterais e base. O próximo passo consistiu na construção de um bloco de parafina para a posterior manutenção do fóssil e seu armazenamento em coleção (BARBONI; SILVA; LISBOA, 2008).

A análise das plantas fósseis, após fixadas, foram realizadas em estereomicroscópio com câmara clara para a representação gráfica e posterior caracterização taxonômica com base em literatura (TAYLOR, T.; TAYLOR, E.; KRINGS, 2009) e fotografadas para constituir as pranchas do trabalho. Da mesma forma, foram identificadas e representadas as interações inseto-planta catalogadas no Museu de Geociências da UNISINOS durante quatro dias com um esforço amostral de 40h.

A análise de identificação das interações inseto-planta foram feitas com base em Adami-Rodrigues (2003), Beck e Labandeira (1998) e Sarzetti (2011), detalhadas na Fig.14 e classificadas como:

1) Herbivorias exofíticas;

2) Minas;

3) Galhas;

Definidos os tipos de interação registrados no afloramento em estudo, os mesmos foram quantificados quanto à proporção dos tipos de danos identificados, para inferências paleoclimáticas e paleoambientais.

A média e o desvio padrão (s) das galhas (x_i) por folhas (n) foram estabelecidos para cada grupo botânico (i), além do total acumulado, para melhor interpretação dos resultados:

$$\text{Média} = \sum x_i / n$$

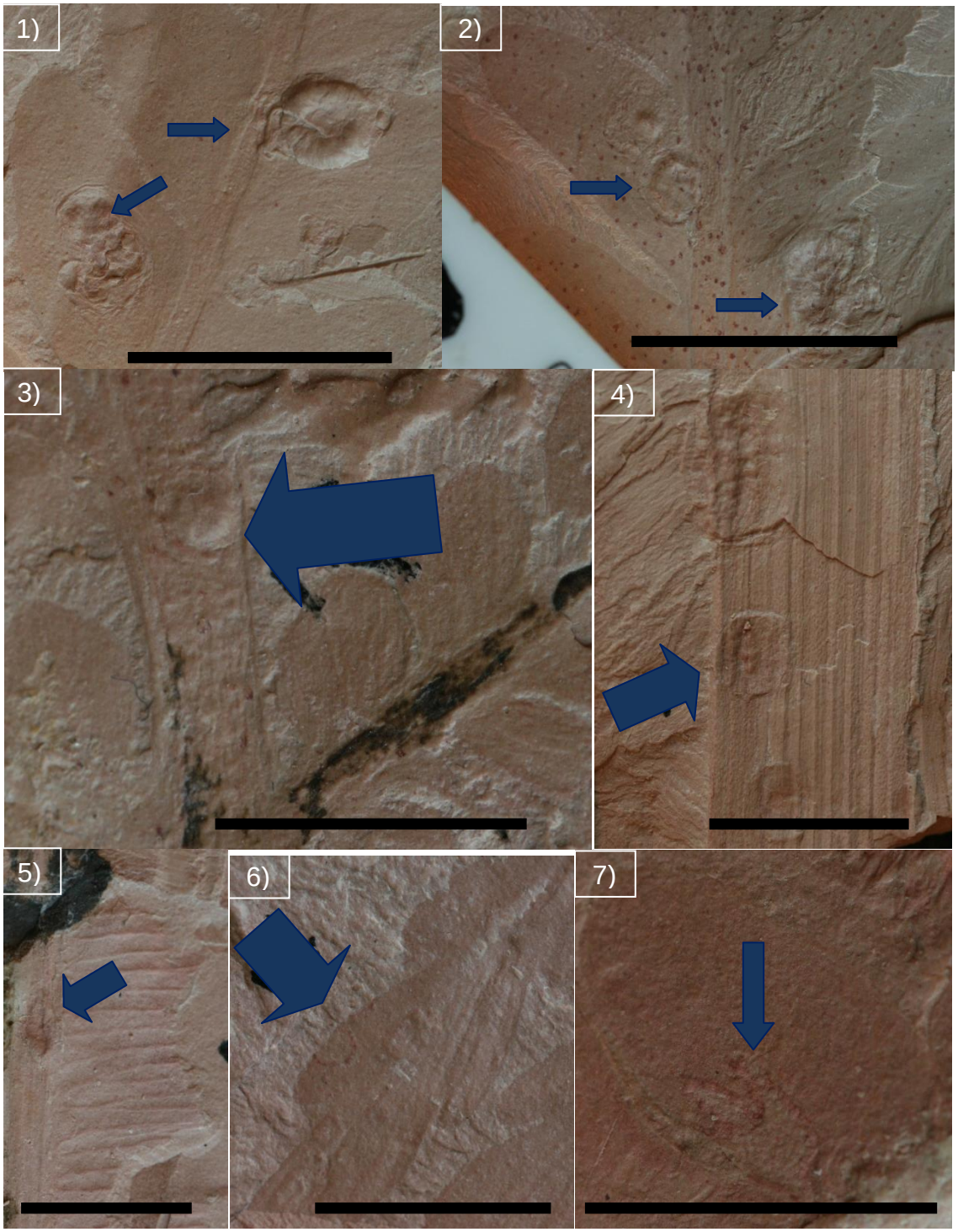

Figura 14 - Tipos de Interações no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013.

Galhas e Herbivorias (setas azuis): 1) Galhas em pinas *Dicroidium odontopteroides,* Corystospermales. Barra preta: escala 1cm; Galhas em pinas de *Dicroidium odontopteroides,* Corystospermales. Barra preta: escala 1cm; 3) Galha em ráquis de *Dicroidium zuberi,* Corystospermales. Barra preta: escala 1cm; 4) Galhas em caule de Equisetales. Barra preta: escala 1cm; 5) Galha em ráquis de *Taeniopteris* sp. Barra preta: escala 0,5cm; 6) Herbivoria sem retirada do limbo de *Xylopteris* sp. Corystospermales. Barra preta: escala 1cm; 7) Retirada de tecido foliar em *Dicroidium odontopteroides*, Corystospermales. Barra preta: escala 1cm.

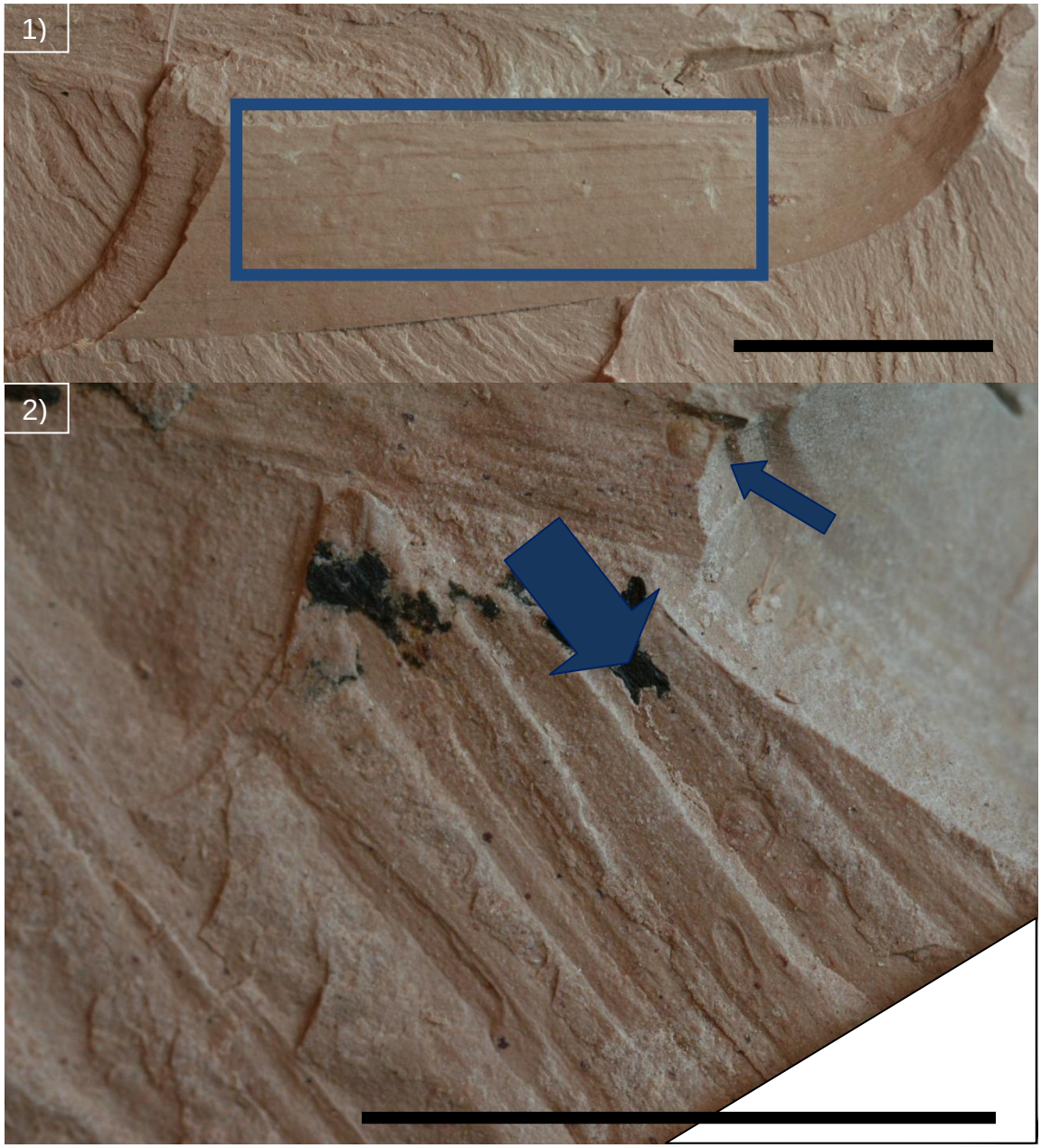

Figura 15 - Interações registradas no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013.

Mina e Galhas: 1) Interação atribuída a inseto minador em conífera da ordem Voltziales (retângulo azul). Barra preta: escala 1cm; 2) Galhas em folhas de Ginkgoales (setas preta e azul). Barra Preta: escala 1cm.

5 Resultados

De um total de 414 amostras, 149 registraram 659 interações inseto-planta em 164 impressões de órgãos foliares e caules pertencentes à Flora *Dicroidium* como demonstrado na tab.1. A maior densidade de galhas em órgãos foliares foi para as frondes de corystospermáceas (Corystospermales: 4,281, ± 49,378). O resultado total da densidade para todos os grupos botânicos foi representado por 4,018; ± 45,120. O táxon Corystospermales foi representado por 82,32% nos espécimes pertencentes à *Dicroidium* sp., *Xylopteris* sp. e *Zuberia* sp. Os grupos Equisetales *e* Ginkgoales são representados por 11,59% das amostras e os 6,10% restantes são de flora de afinidade incerta (*Incertae sedis*) (Fig.16).

Tabela 1 – Representação de interações inseto-planta nos caules, frondes e/ou folhas na Flora *Dicroidium* registrado no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013.

Grupos Botânicos	Folhas (n)	Interações Inseto-Planta			Galhas por Folhas (± s)
		Herbivorias	Minas	Galhas	
Corystospermales	135	52	7	578	4,281 ± 49,37
Equisetales (caules)	8	0	1	22	2,750 ± 6,80
Ginkgoales	11	0	3	49	4,455 ± 13,43
Voltziales	1	0	1	0	0,000 ± 0,000
Incertae sedis	9	1	2	10	1,000 ± 2,85
Total	164	53	14	659	4,018 ± 45,12

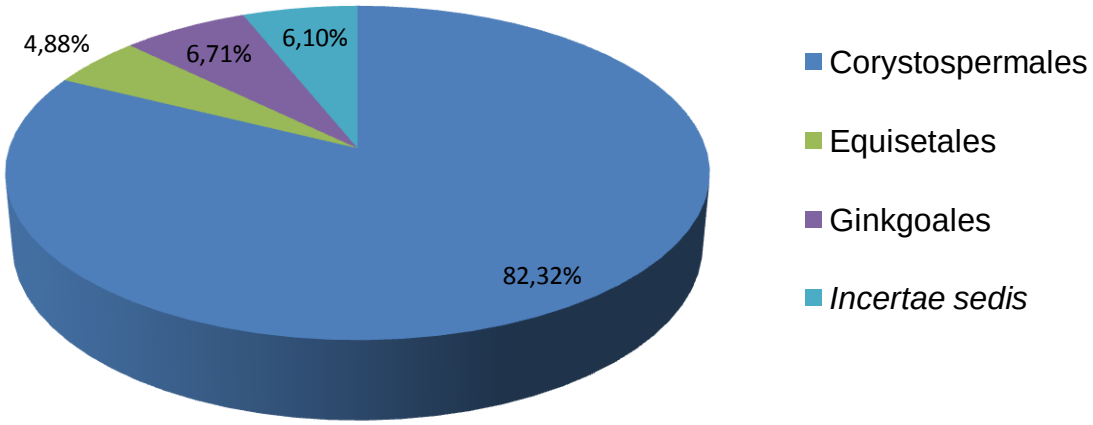

Figura 16 – Representação botânica apresentando interações inseto-planta no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013.

O levantamento qualitativo das interações registra 7,30% de herbivorias exofíticas, 1,93% de minas e 90,77% de galhas como demonstrado na Fig.17. Os insetos galhadores são representados por 87,71%, das interações correspondendo a 135 frondes de Corystospermales com 578 galhas, seguidos de Ginkgoales com 7,44% e outros grupos botânicos com as galhas restantes (Fig.18).

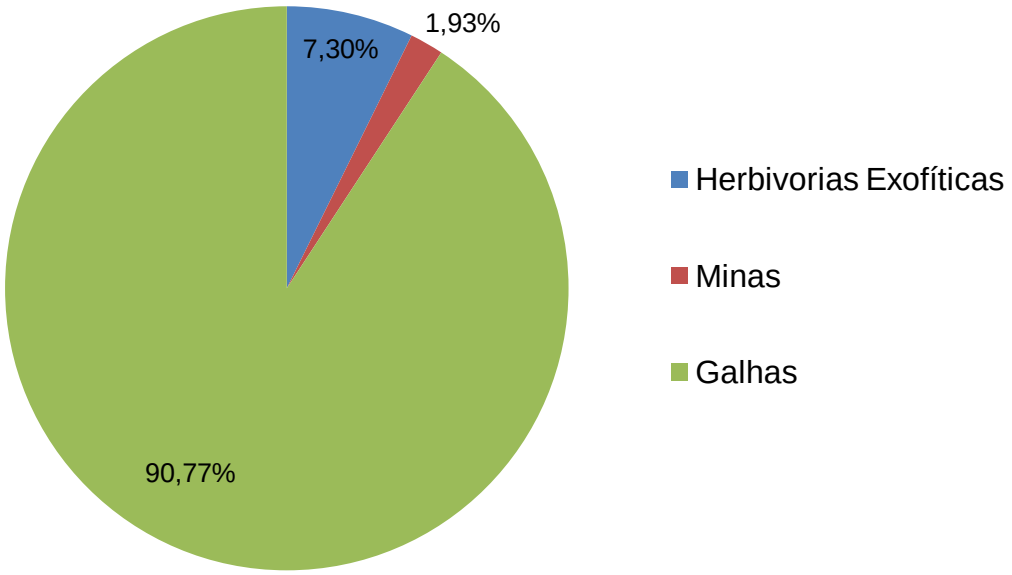

Figura 17 – Proporções das interações separadas por tipo no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013.

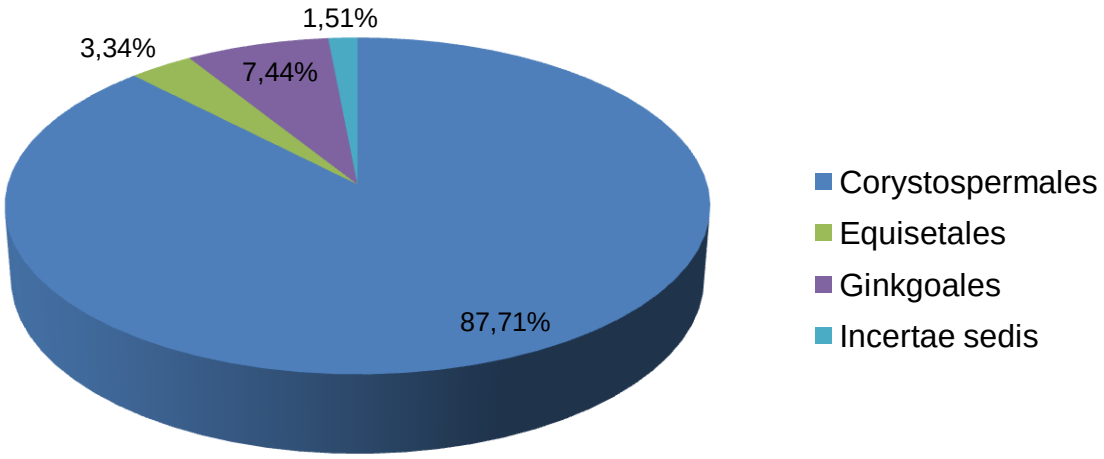

Figura 18 – Proporções de galhas nos grupos botânicos ocorrentes no Afloramento Espuma, Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, RS, 2013.

6 Discussão

6.1 Registro Paleobotânico

Devido à localização do afloramento em latitudes onde se encontravam Florestas Temperadas Úmidas (Fig.19) com altas sazonalidades com extremos de temperatura e estresse hídrico, no entanto, a composição botânica e as caracterizações morfológicas da Flora *Dicroidium* estão em análise (em fase de elaboração)[1], novos táxons botânicos e novas correlações bioestratigráficas para estas fácies (BARBONI; DUTRA, 2012) quanto a paleoflora já registrada para o membro Passo das Tropas (DA ROSA; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 2009) podem ser publicados.

No entanto, este resultado qualitativo das proporções de Corystospermales como o táxon mais representativo é um padrão registrado para esses estratos triássicos em diversos paleoambientes de contextos deposicionais retratados por outros afloramentos no sul da África (ANDERSON, H. M.; ANDERSON J. M., 1995) e na Argentina (ARTABE; MOREL; GANUZA, 2007). Bem como no extinto afloramento do Membro Passo das Tropas com as Corystospermales sendo mais representativas em espécies quanto a outros táxons (DA ROSA; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 2009).

[1] Flora *Dicroidium* está sendo analisada para caracterização morfológica e sistemática de autoria de Ronaldo Barboni, UNISINOS, 2013.

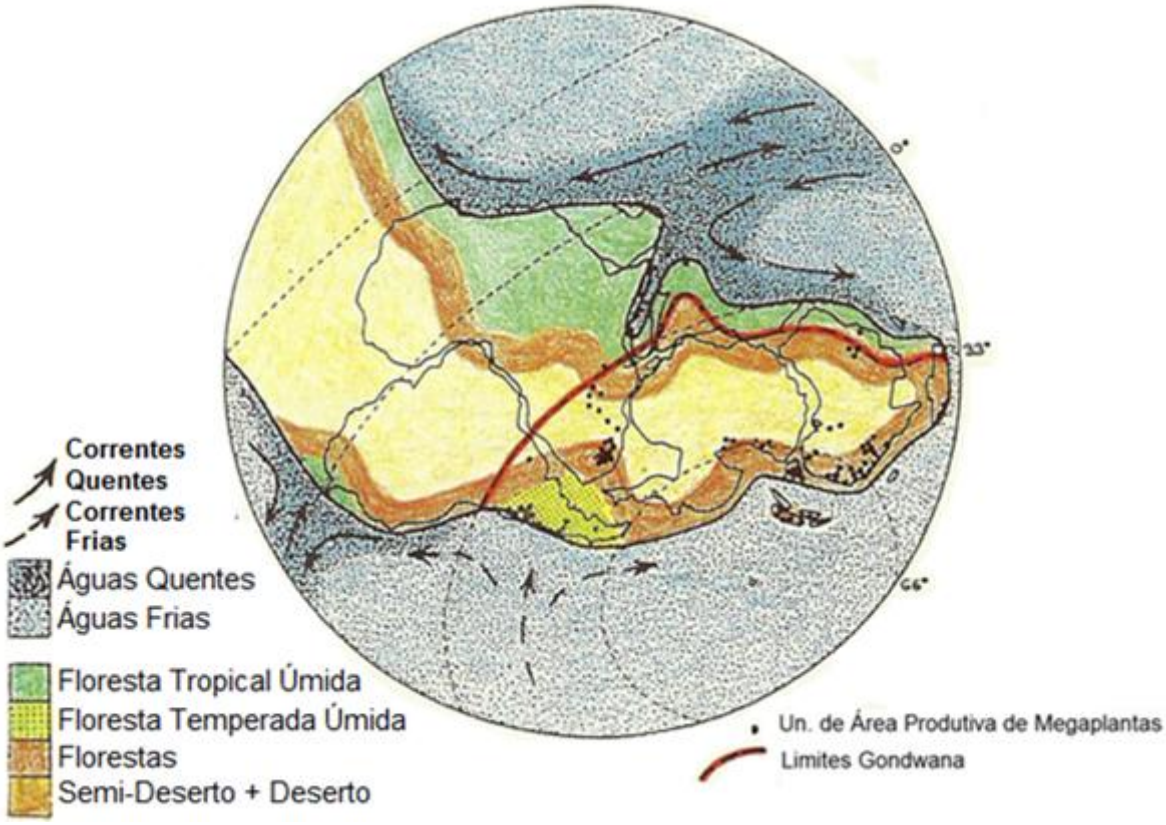

Figura 19 - Biogeografia das formações vegetais do Gondwana durante o Triássico e as suas latitudes, com os detalhes dos territórios das conformações dos continentes atuais.

Fonte: Adaptado de ANDERSON, 2001, p.78.

6.2 Registro de Interações Inseto-Planta

O registro dessas galhas é inédito para o Triássico Médio da América do Sul (CENCI et al., 2012). Registros interpretados como galhas foram relatados na África (SCOTT; ANDERSON H. M.; ANDERSON J. M., 2004) e na Austrália (MCLOUGHLIN, 2011). Nesse mesmo afloramento foram registradas asas de grupo de insetos galhadores (Coleoptera) (CORREA et al., 2012), todavia estes registros são indiretos, mesmo assim, a presença de possíveis grupos agentes reforça a presença desses insetos realizando este tipo de herbivoria.

A abundância é demonstrada neste trabalho devido à densidade de galhas por órgãos foliares totais (4,018), em relação aos resultados encontrados por Fernandes e Price (1992) de insetos galhadores atuais, onde encontram apenas em *Andricus tecturnaram* (Hymenoptera: Cynipidae) galhas induzidas em *Quercus turbinella* (Fagaceae), tendo valor superior (14,49) a abundância das galhas fósseis, sendo os outros quatro insetos galhadores atuais de folhas de menor atividade, apresentando valores menores.

Os resultados encontrados por Fernandes e Price (1992) têm as vantagens de trabalhar com amostras atuais, podendo contabilizar o número de plantas estudadas, com os órgãos foliares retirados diretamente da planta-mãe (SANTOS; CARNEIRO; FERNANDES, 2012), diferente do modo como as impressões fósseis se apresentam, as quais tiveram a abscisão foliar da planta-mãe. Desse modo, pelos resultados encontrados de galhas serem referentes à ação de insetos atuais (FERNANDES; PRICE, 1992), aspectos tafonômicos, como por exemplo, o número de folhas que tem suas impressões/compressões fossilizadas devem ser menores que o número de frondes conectadas à planta-mãe, dessa forma, podem relatar maiores valores estimados para a abundância de galhas fósseis, devido a preferência desses insetos indutores de galhas a espécies botânicas com menor taxa de abscisão foliar (SANTOS; CARNEIRO; FERNANDES, 2012).

Diferente das preferências dos insetos galhadores por plantas com menor taxa de abscisão foliar, estas podem induzir a queda de suas folhas devido ao mecanismo de proteção contra o ataque do galhador (SANTOS; CARNEIRO; FERNANDES, 2012), desta forma, aumentaria o número de folhas com galhas nesse paleolago do Afloramento Espuma, podendo variar o resultado final encontrado.

As Corystospermales com sua densidade apresentada de 4,281 por órgão foliar demonstram o segundo maior valor de densidade em relação aos outros grupos paleobotânicos, no entanto, vale salientar que os aspectos morfológicos, como o número de pínulas, não são contabilizados nas médias finais pelas suas folhas se apresentarem como frondes bifurcadas, diante de variáveis das suas áreas foliares, as quais são numerosas, constituindo pinas subopostas e decurrentes (GUERRA-SOMMER; PIRES, 2011). Diante dessas áreas foliares serem pequenas e sem ter dados morfológicos ainda não publicados (Fig.7), esse fator deve ser discutido após estes resultados forem publicados.

Os valores referentes às Equisetales e grupos de afinidade incerta (*Incertae sedis*) apresentam-se menores (2,750 e 1,000), porém, as Equisetales, representadas por caules e não por folhas, diferem dos outros resultados, estes não foram retirados da densidade total por não interferirem.

O fato dos insetos galhadores preferirem os órgãos foliares atualmente é conhecido (SANTOS; CARNEIRO; FERNANDES, 2012) e reflete-se no registro fóssil de galhas, quando 80% desses registros se dão em folhas (LABANDEIRA, 2002). Nas galhas encontradas em *Incertae sedis*, os valores são correspondentes a folhas do gênero atribuído a *Taeniopteris* sp., as quais se apresentam como amplas folhas, dessa forma, a sua representação numérica em conjunto das Ginkgoales (resultado 4,455) de 59 órgãos foliares comparada as 578 frondes das Corystospermales podem influenciar no resultado final.

Os padrões de distribuição e diversidade de insetos galhadores atuais não confirmam um modelo latitudinal, no entanto apresentam uma maior riqueza em latitudes intermediárias subtropicais (25º a 38º S ou N) (PRICE; FERNANDES; LARA, 1998), o que está associada à latitudes intermediárias correspondentes à posição dos paleoambientes no Rio Grande do Sul para o Triássico no Gondwana (ANDERSON, 2001). Também é conhecido um padrão altitudinal, em que as galhas se apresentam com maior riqueza de espécies e abundantes em baixas altitudes

numa escala regional (FERNADES; PRICE, 1988; 1991; 1992; PRICE et al., 1991) desse modo, a utilização da indicação de presença e de abundância de galhas como o padrão altitudinal atual (FERNADES; PRICE, 1988) permite inferir uma possível posição do paleoambiente com baixas altitudes onde insetos indutores de galhas estão associados.

Aspectos referentes à (1) associação das galhas fósseis à vegetação de maior tempo de vida do órgão foliar na planta e a sua menor taxa de abscisão, produção de compostos secundários e a deficiência de nutrientes (SANTOS; CARNEIRO; FERNANDES, 2012), (2) também sendo os insetos indutores de galhas atuantes como drenos, mobilizando nutrientes de outras partes da planta (NYMAN; JULKUNEN-TITTO, 2000) os galhadores se tornam capazes de sobrepujar as defesas químicas das plantas, dessa forma esses insetos dão preferência a esta vegetação escleromórfica em habitats estressados, devido à baixa concentração de nutrientes disponíveis no ambiente e excesso de compostos secundários (FERNANDES, 1990; FERNANDES, PRICE, 1988, 1992); (3) e a produção de meristemas concomitantes é relacionada a novos sítios de oviposição para insetos galhadores, nesses podem estar associados fatores de queimadas como controladores destes novos sítios (MENDONÇA, 2001) – essa produção de brotos sincronizados aumentam a chance de erros de oviposição e a substituição de hospedeiros, resultando no processo de especiação simpátrica mais conhecido para herbívoros (BUSH, 1975; 1994); (4) a associação a ambientes xéricos dificulta a propagação de possíveis fungos e predadores naturais, diminuindo a mortalidade das larvas galhadoras resultando em sua abundância maior em hábitats xéricos do que em mésicos. Desse modo, esta série de fatores (1, 2, 3, 4) são considerados como possíveis responsáveis pela especiação e radiação de insetos galhadores em ambientes desequilibrados hidricamente (FERNANDES, PRICE, 1990), sendo possivelmente neste trabalho o primeiro relato deste fenômeno evolutivo para o registro fóssil.

A expressiva presença de galhas pode estar representando um sucesso adaptativo destes insetos, representando este episódio de especiação e radiação, pois sendo herbívoros endofíticos, tinham a proteção das intempéries ambientais resultando, desta forma, na sua abundância (SANTOS; CARNEIRO; FERNANDES, 2012). O Gondwana no Triássico já é conhecido por ter a radiação de insetos basais e de diversos grupos paleobotânicos como as gimnospermas, deste modo, reforçam

a hipótese da representação de adaptação dos insetos galhadores aos paleoambientes antigos e as hipóteses levantadas por Labandeira (1998) em que relata, a passagem do Triássico, quando os comportamentos dos insetos se mantiveram integrais a partir desse período até os dias atuais (LABANDEIRA, 2006).

A composição de interações com a menor expressividade de insetos herbívoros exofíticos pode estar associada com a mudança sazonal dos paleoambientes registrados para o Gondwana (ARTABE et al., 2007; GASTALDO et al., 2005; SPALLETTI, ARTABE; MOREL, 2003; SPALLETTI et al., 2005) e também para este caso, levando a pequena presença (7%) destes insetos incapazes de sobreviver em condições de extremos, não conseguindo se aclimatar às altas temperaturas e à desidratação (GULLAN; CRANSTON, 2007). A ação de insetos herbívoros exofíticos poderia estar sendo influenciada pelas características de proteção dessa paleoflora, as coristospermáceas tinham papilas frequentes em suas pínulas, as quais poderiam produzir cutículas suberosas criando dificuldades no ataque desses herbívoros (JUNIPER; SOUTHWOOD, 1986). No entanto, inferências sobre esse percentual baixo de herbivorias podem ser mais eficientemente discutidos diante de melhores análises morfológicas, determinando os fatores que influenciam na presença de herbivoria exofítica.

O registro de minas é inédito para o Triássico Médio da América do Sul, sendo que outros registros interpretados como minas são do Triássico Superior da África (ROZEFELDS; SOBBE, 1987) e da Austrália (ANDERSON, J. M.; ANDERSON, H. M., 1989) relacionados à ação de coleópteros. No entanto, a representação dessa fitofagia é pouco expressiva na comparação com as outras interações (2%), os fatores que podem ter influenciado nesses resultados podem ter sido a ação de predadores e parasitóides (MARQUIS, 2012). Ainda, aspectos da proteção das plantas quanto ao ataque desses insetos, como a ocorrência da folha de Voltziales neste trabalho - coníferas que são exclusivas no Triássico - podem ter influenciado nos resultados. Esse registro levanta novamente a questão de relações bioestratigráficas quanto a esse registro (BARBONI et al., 2012), podendo estar demonstrando o aparecimento dessa atividade alimentar no Triássico Superior, pois os outros registros de minas para o Triássico são em folhas da mesma ordem botânica, reforçando as correlações do Afloramento Espuma com os estratos da Formação Molteno (BARBONI; DUTRA, 2012). A caracterização desses icnotáxons pode gerar novas inferências quantos aos aspectos desses minadores não

ocorrerem de forma abundante, no momento em que, hipoteticamente, sua abundância poderia estar de forma semelhante às galhas devido aos seus aspectos de proteção das intempéries ambientais, como o ressecamento.

Descobertas de evidências diretas das interações do aparelho mastigador dos insetos se fazem necessária para determinar quais grupos de artrópodes estão realizando as interações, o que estende as necessidades do conhecimento sobre a taxonomia e as origens dos insetos galhadores (FERNANDES; PRICE, 1988; FERNANDES et al., 2001; GONÇALVES-ALVIM; FERNANDES, 2001). Trabalhos que visem à caracterização de cada icnotáxon poderão representar a riqueza de morfologia de galhas ou das minas encontradas nesse afloramento, reforçando o possível episódio de especiação e radiação dos principais grupos basais de insetos herbívoros no Triássico.

6.3 O Paleoclima e o Paleoambiente do Afloramento Espuma

A importância de estudos qualitativos e quantitativos de interações inseto-planta e o reconhecimento de suas proporções podem ser utilizados como indicativo de paleoambientes e paleoclimas (WILF, 2008), como também para a evolução do comportamento dos insetos (ADAMI-RODRIGUES, 2003). Como já discutido, os estudos da composição de galhas em ambientes xéricos e mésicos para interações inseto-planta atuais (FERNADES; PRICE, 1988; 1991; 1992), como estudo de interações inseto-planta em afloramentos, os quais usam os traços de insetos em plantas como indicadores de climas secos em comparação com outro afloramento de diferente tempo geológico (SARZETTI, 2011). A utilização da composição desses icnotáxons pode ser útil para inferências aos locais e climas onde se estruturaram essas paleocomunidades.

Os paleoambientes em outros afloramentos no Triássico indicam muitas variações de clima com sazonalidade, como são casos na Argentina (SPALLETTI; ARTABE; MOREL, 2003; SPALLETI et al., 2005; ARTABE et al., 2007) e na África (GASTALDO et al., 2005). A presença de insetos galhadores que tem sido associada à habitats estressados no Triássico, onde se registra um processo de aquecimento, sugere um possível microclima xérico para estes estratos do afloramento Espuma. E, ainda, nesse afloramento foram registrados insetos de diferentes clados (CORREA et al., 2012) demonstrados pela reconstrução paleoambiental (Fig.20).

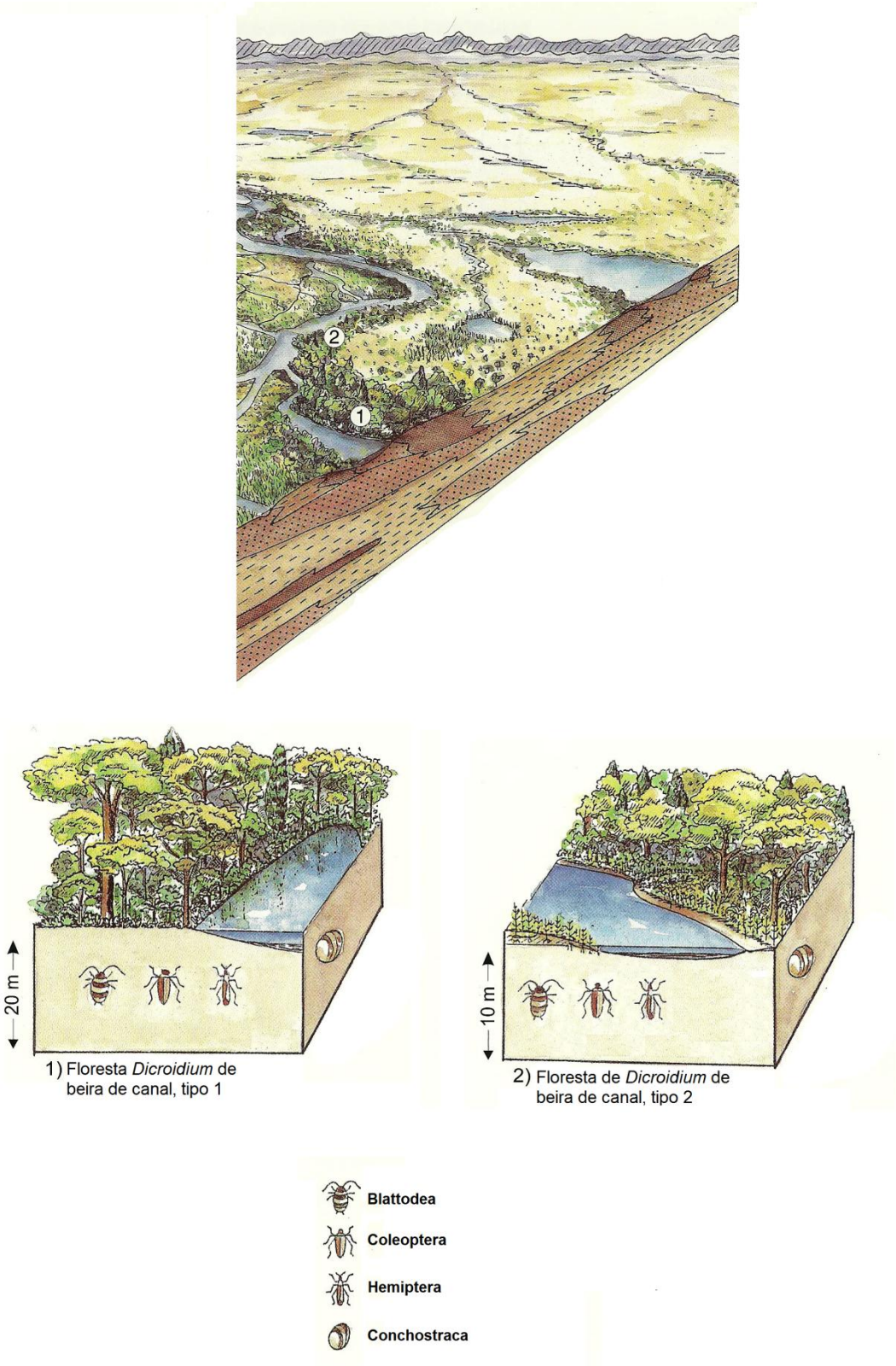

Figura 20 - Reconstrução do paleoambiente dos canais fluviais com suas faunas e floras pretéritas.

Fonte: Adaptado de ANDERSON, 2001, p.79.

O paleoambiente onde as interações foram encontradas é relatado como de um meandro abandonado com a flora localizada em suas margens, caracterizada por um processo parautóctone de deposição (BARBONI; DUTRA, 2012) diferente de hipoautóctone, já encontrada no Membro Passo das Tropas (DA ROSA; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 2009). Outro ponto, quanto ao registro de galhas, remete a sua abundância estar associada a um paleoambiente de baixa altitude, em relação ao padrão observado em insetos galhadores atuais (FERNADES; PRICE, 1988; 1991; 1992).

7 Conclusões

O registro de galhas é o primeiro do Gondwana no Triássico para a América do Sul.

As interações atribuídas a insetos minadores é o registro mais antigo no Triássico do Gondwana.

Os insetos galhadores estão representados por uma quantidade expressiva comparada no acumulado das outras interações registradas e identificadas no Afloramento Espuma. O registro de insetos galhadores demonstrou uma preferência ao táxon Corystospermales por estarem representados em 88% das amostras.

A quantificação de galhas indica um processo evolutivo de adaptação dos insetos galhadores a ambientes sobre estresse hídrico, representando, desta forma, para o paleoambiente, um microclima xérico com uma possível localização dessa paleocomunidade numa baixa altitude e localização em latitudes intermediárias subtropicais.

A abundância de galhas encontrada pode estar apoiando o primeiro episódio de especiação e radiação destes insetos indutores de galhas conforme os seus atuais padrões de distribuição e diversidade.

Referências

ADAMI-RODRIGUES, K. **Evidências de interação inseto-planta nos depósitos neopaleozóicos do Rio Grande do Sul.** 2003. 40f. Tese (Doutorado em Geociências)-Curso de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ADAMI-RODRIGUES, K.; IANUZZI, R.; PINTO, I. D. Permian plant-insect interactions from a Gondwana flora of Southern Brazil. **Fossils and Strata,** n. 51, p.106-125, oct. 2004.

ADAMI-RODRIGUES, K.; SOUZA, P. A.; IANUZZI, R.; PINTO, I. D. Herbivoria em floras Gonduânicas do Neopaleozóico do Rio Grande do Sul: análise quantitativa. **Revista Brasileira de Paleontologia,** n.7, p.93-102, abr. 2004.

ADAMI-RODRIGUES, K.; GNAEDINGER, S.; GALLEGO, O. F. Registro de Interação Insecto-Planta do Grupo El Tranquilo (Triássico Superior), provincia de Santa Cruz, Patagônia Argentina. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE PALEOBOTANICA E PALINOLOGIA, 12., 2008, Florianópolis. **Boletim de Resumos.** Porto Alegre: ALPP. p.1.

ADAMI-RODRIGUES, K.; BARBONI, R.; DUTRA, T. L.; WILBERGER, T. P. Registro de Interações Inseto-Planta (Galhas e Minas) em níveis do Mesozóico Basal da Formação Caturrita, Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 22., 2011, Natal. **Atas do Congresso Brasileiro de Paleontologia,** Natal: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2011. p.348-354.

ANDERSON, J. M. **Towards Gondwana Alive,** 2.ed. Pretoria: Gondwana Alive Society, 2001. 140p.

ANDERSON, J. M.; ANDERSON, H. M. **Heyday of the gymnosperms:** systematics and biodiversity of the Late Triassic Molteno fructifications. 15.ed. Pretoria: Strelitzia, 2003. 398p.

ANDERSON, J. M.; ANDERSON, H. M. **Palaeoflora of Southern Africa Molteno Formation (Triassic).** Gymnosperms (excluding *Dicroidium*). Vol. 2. 1.ed. Rotterdam: Balkema, 1989. 567p.

ANDERSON, J. M.; ANDERSON, H. M. The Molteno Formation: window onto Late Triassic floral diversity. In: PANT, Divya Darshan. **Proceedings of the International Conference On Global Environment and Diversity.** Allahabad: Society of Indian Plant Taxonomists, 1995. p.27-40.

ANDERSON, J. M.; ANDERSON, H. M.; FATTI, L. P.; SICHEL, H. S. The Triassic Explosion(?): a statistical model for extrapolating biodiversity based on terrestrial Molteno Formation. **Palaeobiology,** Boulder, v.22, n.3, p.318-328, 1996.

ARTABE, A. E.; MOREL, E. M.; SPALLETTI, L. A. Caracterizacion de las provincias fitogeográficas triásicas del Gondwana extratropical. **Amenghiana,** Buenos Aires, v.40, n.3, p.387-405, 2003.

ARTABE, A. E.; MOREL, E. M.; GANUZA, D. G. Las floras triásicas de La Argentina. **Asociación Paleontológica Argentina,** Buenos Aires, v.11, n.50, p.75-86, 2007.

ARTABE, A. E.; MOREL, E. M.; GANUZA, D. G.; ZAVATTIERI, A. M.; SPALLETTI, L. A. La paleoflora triásica de Potrerillos, provincia de Mendoza, Argentina. **Amenghiniana,** Buenos Aires, v.44, n.2, p.279-301, 2007.

ASH, S. Evidence of arthropod-plant interactions in the Upper Triassic of the southwestern United States. **Lethaia**, n.29, p.237-248, sept. 1997.

ASH, S. An Upper Triassic shenopteris showing evidence of insect predation from Petrified Forest National Park Arizona. **International Journal of Plant Science,** (Chicago, IL), n.160, p.208-215, 1999.

BANCROFT, N. Rhexoxylon africanum, a new medullosean stem. **Transactions of the Linnean Society of London.** (London, UK), n.8, p.87-103, 1913.

BARBONI, R.; ADAMI-RODRIGUES, K.; DUTRA T. L.; URBAN C.; CENCI R. Primeiro Registro de Interação Inseto-Planta do Triássico, Formação Santa Maria, Membro Passo das Tropas, RS, Brasil. In: SIMPOSIO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA E PALINOLOGIA, 15., 2012.

BARBONI, R.; DUTRA, T. Uma nova localidade com Flora *Dicroidium* para o sul do Brasil (Formação Santa Maria, Triássico). In: REUNIÃO ANUAL REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 2012, São Jose do Polesine. **Anais do Congresso Brasileiro de Paleontologia.** Porto Alegre: SBP, 2012. p.1.

BARBONI, R.; SILVA, J. M. F.; LISBOA, V. H. M. Técnica de coleta e estabilização de fósseis em pelitos laminados: aplicação em níveis com plantas do Triássico Superior da Bacia do Paraná, RS, Brasil. **Journal of Geoscience,** São Leopoldo, v.4, n.1, p.38-42, 2008.

BAYONA, G. A.; RAPALINI, A. E.; CONSTANZO-ALVAREZ, V.; MONTES, C.; VELOZA, G.; AYALA-CALVO, R. C.; GOMEZ-CASALLAS, M.; SILVA, C. Mesozoic terrane translations and crustal block rotations in the Eastern Cordillera and Magdalena Valley of Colombia, as inferred from paleomagnetism. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANDEAN GEODYNAMICS, 6., 2005, Barcelona. p. 98-102.

BECK, A. L.; LABANDEIRA, C. C. Early Permian insect folivory on a gigantoperid-dominated riparian flora from north-central Texas. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology,** n.142, p. 139-173, feb. 1998.

BENEDETTO, J. L. **El Continente Gondwana atraves del Tiempo:** Una introducción a la Geología Histórica. 1.ed. Cordoba: Academia Nacional De Ciencias, 2010. 348p.

BERENBAUM, M. Coumarins and caterpillars: a case for coevolution. **Evolution,** St. Louis, v.37, n.1, p.163-179, 1983.

BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. F. **Host-plant selection by phytophagus insects.** 1.ed. New York: Chapman, 1994. 312p.

BISWAS, S. K. Regional tectonic framework of the Pranhita-Godavari basin, India. **Journal of Asian Earth Sciences,** Taipei, v.21, n.6, p.543-551, 2003.

BODNAR, J.; ARTABE, A. E. Reconstrucción de una Corystosperma (Corystospermales, Spermatopsida) del Triásico Medio de La Cuenca de Barreal-Calingasta. In: Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinologia, 15., 2012, Corrientes. **Libro de Resúmenes.** Corrientes: APA, 2012. p.5.

BORTOLUZZI, C. A. Contribuição à Geologia da Região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas,** Porto Alegre, v.1, n.4, p.149-154, 1974.

BORTOLUZZI, C. A.; GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M. Tafoflora triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil – II. **Paleobotânica e Palinologia na América do Sul,** São Paulo, n.15, p.13-150, 1984.

BORTOLUZZI, C. A.; GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M. A. tafoflora triassica da Formação Santa Maria, RS, Brasil: III. **Pesquisas,** Porto Alegre, n.17, p.215-232, 1985.

BUSH, G. L. Sympatric speciation in phytophagous parasitic insects. In: PRICE, Peter W. **Evolutionary Strategies of Parasitic Insect and Mites.** San Diego: Plenum Press, 1975. p.187-206.

BUSH, G. L. Sympatric speciation in animals: new wine in old bottles. **Trends in Ecology & Evolution,** n.9, p.285-288, aug. 1994

CATUNEANU, O.; WOPFNER, H.; ERIKSSON, P. G.; CAIRNCROSS, B.; RUBIDGE, B. S.; SMITH, R. M. H.; HANCOX, P. J. The Karoo basins of south-central Africa. **Journal of African Earth Sciences,** Pretoria, n.1, v.43, p.211-253, 2005.

CENCI, R.; ADAMI-RODRIGUES, K.; CORREA, G. R.; URBAN, C.; BARBONI, R.; GOETZE, B. A.; JENISCH, A. G.; AMBROSI, E. Registro de galha no Triássico Médio, Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, RS. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE PALEOINVERTEBRADOS, 1., 2012, Bauru. **Anais do Congresso Brasileiro de Paleontologia.** Porto Alegre: SBP, 2012. p.34.

CRISAFULLI, A.; DUTRA, L. D. Leño y estructuras reproductivas de coniferales en la formación Caturrita, Triásico Superior-Jurásico? Sul de Brasil.In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 22., 2011, Natal. **Atas do Congresso Brasileiro de Paleontologia,** Natal: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2011. p.317-322.

CREPET, W. Investigations of North American cycadeoids: pollination mechanisms in Cycadeoidea. **American Journal of Botany,** v.59, n.10, p.1048-1056, 1972.

CHALONER, W. G; SCOTT, A. C; STEPHENSON, J. Fossil evidence for plant-arthropod interactions in the Paleozoic and Mesozoic. **Philosophie Transactions of the Royal Society of Biological Sciences,** London, v.333, n.1267, p.177-186, 1991.

COLLINSON, J. W.; ISBELL, J. L.; ELLIOT, D. D.; MILLER, M. F.; MILLER, J. M. Permian-Triassic Transantartic Basin. In: VEEVERS, J. J.; POWELL, C. McA. **Permian-Triassic Pangean basins and foldbelts along Panthalassan margin of Gondwanaland.** Boulder: The Geological Society of America, 1994. p.173-122.

CORREA, G. R.; ADAMI-RODRIGUES, K.; CENCI, R.; BARBONI, R.; DUTRA, T. L. Registros de Insetos no Triassico, Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, RS. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE PALEOINVERTEBRADOS, 1., 2012, Bauru. **Anais do Congresso Brasileiro de Paleontologia.** Porto Alegre: SBP, 2012. p.39.

COX, B. Little evidence for Palaeozoic arthropod and plant interaction. **Nature,** n.249, p.615-616, june 1974.

DA ROSA, A. A. S; GUERRA-SOMMER, M; CAZZULO-KLEPZIG, M. Passo das Tropas, Santa Maria, RS – Marco bioestratigráfico triássico na evolução paleofloristica do Gondwana na Bacia do Paraná. In: WINGE, M; SCHOBBENHAUS, C; SOUZA, C. R. G; FERNANDES, A. C. S; BERBERT-BORN, M; SALLUN FILHO, W; QUEIROZ, E. T. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.** Brasília: Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos. p.1-13. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio084/sitio084.pdf> Acesso em: 15 jun. 2012.

DEL-CLARO, K. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia da conservação. In: DEL-CLARO, K.; TORENZAN-SILINGARDI, H. **Ecologia de interações plantas-animais**: uma abordagem ecológico-evolutiva. 1.ed. Rio de janeiro: Technical Books, 2012. p.36-50.

DEL-CLARO, K.; TORENZAN-SILINGARDI, H. **Ecologia de interações plantas-animais**: uma abordagem ecológico-evolutiva. 1.ed. Rio de janeiro: Technical Books, 2012. 336p.

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

DUTRA, T. L.; FACCINI, U. First record of vegetative shoots of conifer associated to seed cone and wood in the Late Triassic of Southern Brazil. In: INTERNATIONAL PALEONTOLOGICAL CONGRESS, 1., 2002. **Abstracts.** Sidney: Geological Society of Australia, 2002. p.203.

DUTRA, T. L.; WILBERGER, T. P.; FACCINI, U. F. Contribuição à estratigrafia e paleoambiente do final do Triássico na Bacia do Paraná a partir dos níveis com flora da Formação Caturrita. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ - CRONOPAR, 4., 2007, Búzios. **Anais do Simpósio sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná.** Búzios: Boletim de Resumos, 2007. p.1-22.

EDWARDS, D.; SELDEN, P. A.; RICHARDSON, J. B.; AXE, L. Coprolites as evidence for plant-animal interaction in Siluro-Devonian terrestrial ecosystems. **Nature,** n.377, p.329-331, sept. 1995.

ERLICH, P.; RAVEN, P. H. Butterflies and plants: a study in coevolution. **Evolution,** St. Louis, v.18, n.1, p.586-608, 1964.

FACCINI, U. F. **Estratigrafia do Permo-Triássico do Rio Grande do Sul: estilos deposicionais versus espaço de acomodação.** 2000. 300f. Tese (Doutorado em Geociências)-Curso de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FEENY, P. Plant apparency and chemical defense. **Recent Advances in Phytochemistry,** (Tampa, FL), n.10, p.1-40, 1976.

FERNANDES, G. W. Hipersensitivity: a neglected plant resistance mechanism against insect herbivores. **Environmental Entomology,** State College, v.19, n.5, p.1173-1182, 1990.

FERNANDES, G. W.; SARAIVA, C.; SOARES, G. A.; NEGREIROS, D.; DUARTE, M.; PRICE, P. W. Some insect gals of Arizona, USA. **Naturalia,** n.26, p.191-209, 2001.

FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. Biogeographical gradients in galling species richness. **Oecologia,** n.76, p.161-167, oct. 1988.

FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. The adaptative significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. **Oecologia,** n.90, p.14-20, dec. 1992.

FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. Comparisons of tropical and temperate galling spercies richness: the roles of environmental harshness and plant nutrient status. In: PRICE, P. W.; LEWINSOHN, T. M.; FERNANDES, G. W.; BESON, W. W. **Plant-Animal Interactions:** Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions. New York: John Wiley & Sons, 1991. p.91-115.

GALLEGO, O. F. Hallazgo de insectos triásicos en la Argentina. **Ameghiniana,** Buenos Aires, v.34, n.4, p.511-516, 1997.

GASTALDO, R. A.; ADENDORFF, R.; BAMFORD, M.; LABANDEIRA, C. C.; NEVELING, J.; SIMS, H. Taphonomic trends of macrofloral assemblages across the Permian-Triassic boundary, Karoo Basin, South Africa. **Palaios,** Alexandria, v.20, n.5, p.479-497, 2005.

GILBERT, L. Development of theory in the analysis of insect-plant interactions. In: Analysis of ecological systems. Columbus: Ohio State University Press, 1979. p.117-154.

GNAEDINGER, S.; ADAMI-RODRIGUES, K.; GALLEGO; O. F. Evidencias de trazas de oviposición de insectos (Odonata) em hojas del Triásico Superior de Chile. In: REUNIÓN ANNUAL DE COMUNICACIONES DE LA ASOCIACIÓN PALEONTOLÓGICA ARGENTINA, 2007, Puerto Madryn. **Abstracts.** Puerto Madryn: Asociacion Paleontológica Argentina, 2007. p.29.

GONÇALVES-ALVIM, S. J.; FERNANDES, G. W. Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four neotropical savannas. **Biodiversity and Conservation,** n.10, p.79-98, 2001.

GOOGLE – IMAGENS. Disponível em: <http://www.google.com/>. Acesso em: 8 nov. 2012.

GRAUVOLGEL-STAMM, L.; KELBER, F. Plant interactions and coevolution during the Triassic in Western Europe. **Paleontologica Lombarda,** (Milan, IT), n.5, p.5-23, 1996.

GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M.; IANUZZI, R.; ALVES, L. S. R. A Flora *Dicroidium* no Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas. Pesquisas, Porto Alegre, v.22, n.1, p.3-9, 1999.

GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M.; IANUZZI, R. The triassic taphoflora of the Parana Basin, southern Brazil, a bioestratigraphical approach. **Journal of African Earth Sciences,** n.29, p.249-255, jul. 1999.

GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M. The Triassic taphoflora from Parana Basin, southern Brazil: an overview. **Revista Brasileira de Geociências,** São Paulo, v.30, n.3, p.481-485, 2000.

GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO KLEPZING, M.; BOLZON, R.T.; ALVES, L.S.R.; IANNUZZI, R. As floras triássicas do Rio Grande do Sul: Flora *Dicroidium* e Flora *Araucarioxylon*. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. **Paleontologia do Rio Grande do Sul.** Ed. da CIGO/UFRGS, 2000. p. 85-106.

GUERRA-SOMMER, M.; PIRES, E. F. Gimnospermas. In: CARVALHO, I. M. **Paleontologia:** paleovertebrados, paleobotânica, volume 3. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p.271-331.

GULLAN, P.J; CRANSTON, P. S. **Os Insetos:** um resumo de entomología. 3.ed. São Paulo: Roca, 2007. p.440.

HAMMER, W. R. Triassic terrestrial vertebrate faunas of Antarctica. In: Taylor, T. N.; TAYLOR, T. E. **Antartic Paleobiology:** its role in the reconstruction of Gondwana. Nova York: Spring Verlag, 1989. p. 42-50.

HOLZ, M.; FRANÇA, A. B.; SOUZA, P. A.; IANNUZZI, R.; ROHN, R. 2010. A stratigraphic chart of the Late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. **Journal of South American Earth Science,** n.29, p.381-399, mar. 2010.

HUGHES, N. F.; SMART, J. Plant-insect relationships in Palaeozoic and later time. In: **The fossil record.** London: Ed. of Geol. Soc. of London, 1967. p.107-117.

HUGHES, N. F. **The enigma of angiosperm origins.** Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1967. 303p.

INTERNATIONAL UNION OF GEOLOGICAL SCIENCES. **International Chronostratigraphic Chart.** Carta desenvolvida pela Comissão Internacional de Estratigrafia, [Agosto, 2012]. Disponível em: <http://stratigraphy.org> Acesso em: 26 fev 2013.

KERP, H.; ABU, H.; ABDALLAH, M. B.; BANDEL, K.; NIEMANN, B. *Dicroidium*, a typical Triassic Gondwana element in the upper Permian of the paleotropics. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON CARBONIFEROUS AND PERMIAN STRATIGRAPHY, 15., 2003. **Abstracts**. Utrecht: International Committee for Coal and Organic Petrology, 2003. p.272.

KOKOGIAN, D. A.; FERNANDEZ-SEVESO, F.; MOSQUERA, A. Las secuencias sedimentarias triásicas. In: CONGRESSO GEOLOGICO ARGENTINO, 9., 1993, Mendoza. **Relatorio,** Mendoza: AGA, 1993. p.65-78.

KOKOGIAN, D. A.; SPALLETTI, L.; MOREL, F.; ARTABE, A.; MARTINEZ, R. N.; ALCOBER, O. A.; MILANA, J. P.; ZAVATTIERI, A. M.; PAPU, O. H. Depositos continentales triásicos. In: CAMINOS, Roberto. **Geologia Argentina.** Buenos Aires: Servicio Geologico Minero Argentino, 2000. p.377-397

JUNIPER, B.; SOUTHWOOD, R. **Insects and Plants Surfaces.** Cambridge: Cambridge University Press, 1986. 360p.

LABANDEIRA, C. C.; PHILLIPS, T. L. Insect fluid-feeding on Upper Pennsylvanian tree ferns (Palaeodictyoptera, Marattiales) and the early history of the piercing-and-sucking functional feeding group. **Annals of the Entomological Society of America**, v.89, n.2, p.157-183,1996.

LABANDEIRA, C. C.; PHILLIPS, T. L. A Late Carboniferous petiole gall and the origin of holometabolous insects. **Proceedings National Academy Science,** (Stanford, USA), n.93, p.8470-8474, 1996.

LABANDEIRA, C. C. Early history of arthropod and vascular plant associations. **Annual Review of Earth & Planetary Sciences**, (Washington, DC), n.26, p.329-377, 1998.

LABANDEIRA, C. C. The history os associations between plants and animals. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. **Plant-Animal Interactions:** an evolutionary approach. Oxford: Blackwell Science Ltd, Oxford, 2002. p.26-76.

LABANDEIRA, C. C. The four phases of plant-arthoropod associations in deep time. **Geologica Acta**, Barcelona, v.4, n.4, p.409-438, 2006.

LOPES, O. R.; ASTINI, R. A. Alluvial fan-lacustrine association in the fault tip endo f a half-graben, northern Triassic Cuyo basin, western Argentina. **Journal of South American Earth Sciences,** n.17, p.253-265, dec. 2000.

MALYSHEV, S. I. **Genesis of the Hymenoptera and the Phases of their evolution.** 1.ed. Londres: Methuen and Company, 1966. 319p.

MARQUIS, R. J. Uma abordagem geral das defesas das plantas contra a ação dos herbívoros. In: DEL-CLARO, K.; TORENZAN-SILINGARDI, H. **Ecologia de interações plantas-animais**: uma abordagem ecológico-evolutiva. 1.ed. Rio de janeiro: Technical Books, 2012. p.54-66.

MARTINS-NETO; R. G.; GALLEGO, O. F. The Triassic coleopteran fauna of southern South America: Morphometric variation of elytra, paleobiogeography, and a phylogenetic approach. **Journal of Geoscience,** v.7, n.1, p.1-18, 2011.

MCLOUGHLIN, S. New record of leaf galls and arthropod oviposition scars in Permian-Triassic Gondwana gymnosperms. **Australian Journal of Botany,** (Sidney, AUS), n.59, p.156-169, 2011.

MENDONÇA, M. S. Jr. Galling insect diversity patterns: the resource synchronization hypothesis. **Oikos,** Buenos Aires, v.95, n.1, p.171-176, 2001.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras,** Rio de Janeiro, v.15, n.2, p.265-287, 2007.

MORI, A. L. O.; SOUZA, P. A. Palinologia das formações Rio Bonito e Palermo (Permiano Inferior, Bacia do Paraná) em Candiota, Rio Grande do Sul, Brasil: novos dados e implicações bioestratigráficas. **Revista Ameghiniana,** Buenos Aires, v.47, n.1, p.1-18, 2010.

NYMAN, T.; JULKUNEN-TITTO, R. Manipulation of the phenolic chemistry of willows by gall-inducing sawflies. **Proceedings National Academic of Science,** (Stanford, CA), n.97, p.13184-13187, 2000

PACKARD, A. **Insects Injurious to Forest and shade Trees.** Washington: Government Printing Office, 1890. 957p.

PETERSEN, H. I.; LINDSTROM, S. Synchronous Wildfire Activity Rise and Mire Deforestation at the Triassic-Jurassic Boundary. **Plos One,** v.7, n.10, 2012. Disponivel em: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0047236> Acesso em 10 jan 2013.

PINTO, I. D. Artrópodos da Formação Santa Maria (Triássico Superior) do Rio Grande do Sul, com notícias sobre alguns restos vegetais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia,** Porto Alegre, v.5, n.1, p.76-87, 1956.

PINTO, I. D.; ORNELLAS, L. A new insect Triassoblatta cargnini Pinto et Ornellas, sp. Nov., a Triassic Blattoid from Santa Maria Formation, South Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências,** n.46, p.515-521, abr. 1974.

POPOV, Y. A.; WOOTTON, R. J. The upper liasic heteroptera of Mecklenburg and Saxony. **Systematic Entomologic,** n.2, p.233-251, jan. 1977.

PRICE, P. W. **Macroevolutionary Theory on Macroecological Patterns.** 1.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 293p.

PRICE, P. W.; FERNANDES, G. W.; LARA, A. C. F. Global patterns in local number of insect galling species. **Journal of Biogeography,** n.25, p.581-591, may 1998.

PRICE, P. W.; LEWHINSOHN, T. M.; FERNANDES, G. W.; BENSON, W. W. **Plant-animal interactions:** Evolucionary ecology in tropical and temperate regions. New York: Wiley, 1991. 639p.

RAMOS, V. A.; ALEMAN, A. Tectonic evolution of the Andes. In: CORDANI, Umberto Giuseppe. **Tectonic evolution of South America,** Rio de Janeiro: 31th International Geologic Congress, 2000. p.635-685.

RAMOS, V. A.; KAY, S. M. Triassic rifting and associated basalts in the Cuyo basin, central Argentina. In: HARMON, R. S.; RAPELA, C. W. **Andean Magmatism and its Tectonic Setting.** Boulder: The Geological Society of America, 1991. p.79-91.

RETALLACK, G. J.; JAHREN, A. H.; SHELDON, N. D.; CHAKRABARTI, R.; METZGER, C. A.; SMITH, R. M. H. The Permian-Triassic boundary in Antarctica. **Antarctic Science,** London, v.17, n.2, p.241-258, 2005.

RETALLACK, G. J. Reconstructing Triassic vegetation of eastern Australasia: a new approach for the bioestratigraphy of Gondwanaland. **Alcheringa I,** n.28, p.247-277, sept. 1977.

RILEY, C. The yucca month and yucca pollination. **Annual Report - Missouri Botanical Garden,** (Missouri, MO), n. 3, p.99-170, 1892.

RILEY, C. Some interrelations of plants and insects. **Proceedings Biological Society of Washington,** (Washington, DC), n. 7, p.81-104, 1892.

ROHDENDORF, B. B.; RASNITSYN, A. P. Historical development of the class Insecta. **Transactions of the Palaentological Institute,** Russian, n.175, p.1-270, apr. 1980.

ROLFE, W. D. I. Early terrestrial arthropods: a fragmentary record. Philosophical **Transactions of the Royal Society of London,** London, v.309, n.1138, p.207-218, 1985.

ROZEFELDS, A. C.; SOBBE, I. Problematic insect leaf mines from the Upper Triassic Ipswich Coal Measures of southeastern Queensland, Australia. **Alcheringa,** n.11, p.51-57, nov. 1987.

SANTOS J. C.; CARNEIRO, M. A. A.; FERNANDES G. W. Insetos galhadores neotropicais: Diversidade e Ecologia Evolutiva dos herbívoros mais sofisticados da natureza. In: DEL-CLARO, K.; TORENZAN-SILINGARDI, H. **Ecologia de interações plantas-animais**: uma abordagem ecológico-evolutiva. 1.ed. Rio de janeiro: Technical Books, 2012. p.181-199.

SARMIENTO-ROJAS, L. F.; VAN WESS, J. D.; CLOETINGH, S. Mesozoic transtensional basin history of the Eastern Cordillera, Colombian Andes: Inferences from tectonic models. ***Journal of South American Earth Sciences,*** *(Amsterdan, DE), n.21, p.383-411, set. 2006.*

SARZETTI, L. C. Analisis Iconologico de las asociaciones Planta Insecto de La Tafoflora de Rio Pichileufu (Eoceno Medio) Rio Negro. 2011. 344f. Tesis (Doctor en Ciencias Biológicas)-Facultad de Ciencias Naturales, Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.

SHAROV, A. G. Basic Arthropodan Stock with Special Reference to Insects. Oxford: Pergamon, 1966. 271p.

SHEAR, W. A.; KUKALOVÁ-PECK, J. The ecology of Paleozoic terrestrial arthropods: the fossil evidence. **Canadian Journal of Zoology,** Montreal, v.68, n.9, p.1807-1834, 1990.

SCHULTZ, C. L.; SCHERER, C. M. S.; BARBERENA, M. C. Biostratigraphy of southern Brazilian Middle-Upper Triassic. **Revista Brasileira de Geociências,** v.3, n.30, p.491-494, 2000.

SCOTT A. C; ANDERSON J. M.; ANDERSON H. M. Evidence of plant-insect interactions in the Upper Triassic Molteno Formation of South Africa. **Journal of Geologic Society,** v.161, n.3, p.401-410, may 2004.

SCOTT, A. C; STEPHENSON, J; CHALONER, W. G. Evidence of pterydophyte-arthropod interactions in the fossil record. **Proceedings Royal Society Edinburgh B,** (London, UK), n.86, p.133-140, 1985.

SCOTT, A. C; STEPHENSON, J; CHALONER, W. G. Interaction and coevolution of plants and arthropods during the Palaeozoic and Mesozoic. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London,** (Londres, UK), n.335, p.129-165, 1992.

SELLWOOD, B. W.; VALDES, P. J. Mesozoic climates: General circulation models and the rock record. **Sedimentary Geology,** n.190, p.269-287, ago. 2006.

SEMPERE, T. Phanerozoic evolution of Bolivia and adjacent regions. In: Petroleum Basins of South America. Santa Cruz: Memoir 62, 1995. p.207-230.

SILVA, R. C.; BARBONI, R.; DUTRA, T.; GODOY, M. M.; BINOTTO, R. B. Footprints of large theropod dinosaurs and implications on the age of Triassic biotas from Southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences,** n.39, p.16-23, june 2012.

SPALLETTI, L. A.; ARTABE, A. E.; MOREL, E. M. Geological factors and evolution of Southwestern Gondwana Triassic plants. **Gondwana Research,** Beijing, v.6, n.1, p.119-134, 2003.

SPALLETTI, L. A.; MOREL, E. M.; ARTABE, A. E.; ZAVATTIERI, A. M.; GANUZA, D.G. Estratigrafia, fácies e paleoflora de la sucesion triasica de Potrerillos, Mendoza, Republica Argentina. **Revista Geologica de Chile,** Santiago, v.32, n.2, p.249-272, 2005.

TAYLOR, E. L. Enigmatic gymnosperms? Structurally preserved Permian and Triassic seed ferns from Antarctica. **Review of Palaeobotany and Palynology,** n.90, p.303-318, dec. 1996.

TAYLOR, E. L. The occurrence of a Rhexoxylon-like stem in Antarctica. **Courier Forschungsinstitut Seckenberg,** (Frankfurt, DE), n.147, p.183-189, 1992.

TAYLOR, T.; TAYLOR, E.; KRINGS, M. **Paleobotany:** The biology and evolution of fossil plants. 2.ed. New York: Elsevier, 2009. 1230p.

THOMAS, H. H. On some pteridospermous from the Mesozoic rocks of South Africa. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London.** (London, UK) n.222, p.193-265, 1933.

TRIGO, J. R.; PAREJA, M.; MASSUDA, K. F. O papel das substâncias químicas nas interações entre plantas e insetos herbívoros. In: DEL-CLARO, K.; TORENZAN-SILINGARDI, H. **Ecologia de interações plantas-animais**: uma abordagem ecológico-evolutiva. 1.ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. p.67-88.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. Centro de Desenvolvimento Tecnológico. Curso de Engenharia Geológica. Núcleo de Estudos em Paleontologia e Estratigrafia. **Perfil Estratigráfico do Afloramento Espuma.** Pelotas, 2012.

VEEVERS, J. J., POWELL, C. McA., COLLINSON, J. W., LOPEZ-GAMUNDI, O. R. Synthesis. In: VEEVERS, J. J.; POEWLL, C. McA. Permian–Triassic Pangean Basins and Foldbelts along the Panthalassan Margin of Gondwanaland. Boulder: The Geological Society of America, 1994. p.331–353.

ZERFASS, H. **História tectônica e sedimentaria do Triássico da Bacia do Paraná (Rio Grande do Sul, Brasil) e comparação geológica com as Bacias de Ischigualasto e de Cuyo (Argentina),** 2003. 191f. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ZERFASS, H.; CHEMALE Jr. F.; SCHULTZ, C. L.; LAVINA. E. Tectonics and sedimentation in Southern South America during Triassic. **Sedimentary Geology,** n.166, p.265-292, abr. 2004.

ZWÖLFER, H. Mechanismen und Ergebnisse der Co-Evolution von phyphagen und entomophagen Insekten und hoheren Pflanzen. **Sonderband naturwissenschaften Verein im Hamburg**, n.2, p.7-50, aug.1978.

WILBERGER, T. P.; DUTRA, T. L.; STRANZ, A. F. Ramos foliares do complexo *Pagiophyllum-Brachyphyllum-Cyparissidium* em níveis do Triássico Superior da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul - Brasil. In: REUNIÃO DE PALEOBOTÂNICOS E PALINÓLOGOS, 11., Gramado, **Boletim de Resumos,** 2004. p.154.

WILBERGER, T. P.; DUTRA, T. L.; BARBONI, R.; CRISAFULLI, A.; HERBST, R. Paleoflora de Faxinal do Soturno e sua implicação para as idades propostas para a Formação Caturrita. In: REUNIÃO ANUAL REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 2012, São Jose do Polesine. **Anais do Congresso Brasileiro de Paleontologia.** Porto Alegre: SBP, 2012. p.59.

WILF, P. Insect damaged fossil leaves record food web response to ancient climate change and extinction. **New Phytologist,** v.3, n.178, p.486-502, jan. 2008.