

FACULDADE DE CIÊNCIAS DE LISBOA

Departamento de Biologia Animal

Biologia e Conservação de Insectos



As asas são um órgão muito comum em termos de fossilização. As veias das asas são um importante mapa da identificação e filogenia dos insetos.

Muitas famílias são identificadas pelas nervuras das asas.

O pequeno tamanho dos artrópodes terrestres e a sua cutícula dura permitiram que fossem melhor preservados que os vertebrados.

O mais comum nos fósseis dos insetos é serem preservados como compressões orgânicas e impressões inorgânicas.

Também podem ser permineralizados e haver réplicas em carvão, inclusões em âmbar e dentro de alguns minerais.

Há abundante evidência fóssil no comportamento de insetos extintos, incluindo danos da alimentação (em plantas e madeira), bolas de excrementos e ninhos em solos fósseis.

- A maior parte dos depósitos de fósseis de insetos e de plantas é o ambiente lagunar.
- Muitos insetos ficaram preservados nos lagos, por viverem nele, por caírem, por serem arrastados por ventos ou correntes. Ao não serem comidos por peixes ou outros predadores acabaram no fundo do lago onde ficaram preservados nos sedimentos sob condições apropriadas. Igualmente para a preservação em âmbar (resina fóssil) é necessário haver um ambiente de água doce para a preservação, pois sem a proteção de sedimentos anóxicos (com baixo teor de oxigênio), o âmbar desintegra-se gradualmente.
- Fatores que contribuíram para a preservação dos insetos:
 - - Profundidade do lago
 - - Baixa temperatura e acidez da água
 - - Tipo de sedimento
 - - Se foi afogado em anóxia ou em ambiente altamente oxigenado

- **Tipos de preservação:**

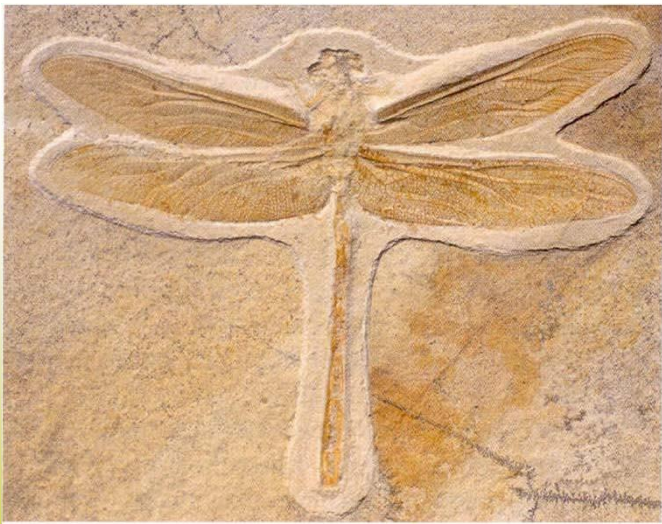
- - **Compressão** – Preserva a cutícula e a cor sendo possível distinguir estruturas.
- - **Impressão** – São como moldes de um inseto fóssil mostrando a forma e mesmo algum relevo, mas geralmente pouca ou nenhuma cor da cutícula.
- Quitina – Está muitas vezes presente no registo fóssil. É melhor preservada em sedimentos de água doce.
- Cutícula mais espessa e mais esclerotizada – Melhor preservada.
- Ex.: Élitros de escaravelhos e tegminas de baratas.

- **Fósseis por compressão** – A situação mais interessante revela-se ser a preservação de esporos e pólen num intestino carbonizado. Aparecem também grãos de pólen em excrementos de abelhas.
- Grupos fósseis com grãos de pólen no intestino e esporos mostram que estes organismos tiveram um impacto significativo na polinização.
- Também em muitos fósseis de insetos é possível observar pequenas sedas das asas (microtríquias) com menos de um micra de espessura.
- Aparecem fósseis de insetos em calcite, sílica, quartzo e noutros minerais.
- **Um inseto é replicado ou petrificado** quando é parcial ou totalmente substituído por minerais ou que se encontram como o núcleo de nódulos de minerais e o inseto se encontra completo.
- **Permineralização** é uma forma de replicação que resulta de deterioração microbiana.

Evolução - Fósseis



2.4. An arachnid preserved in an ironstone concretion from the Upper Carboniferous at Mazon Creek, Illinois. Mazon Creek arthropods are often articulated and have relief, but the detail of preservation varies greatly. Yale University Peabody Museum of Natural History (YPM) 66-576; body length 27 mm.



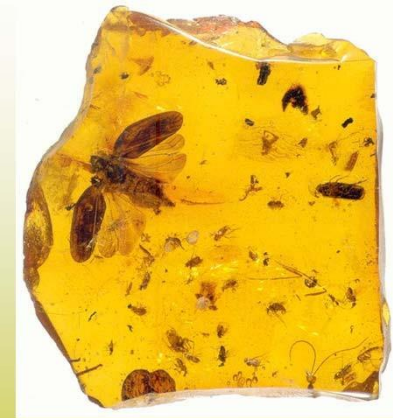
2.1. A dragonfly from the famous Jurassic limestone quarries of Solnhofen, Germany. The wing venation is clearly visible, which is exceptional preservation for insects from this deposit. Private Collection; wingspan 93 mm.



2.2. A roach forewing from the Cretaceous of India, with the intricate pleating still preserved. Most insect fossils occur only as isolated wings because these structures are so durable. Fortunately, wing venation is very informative about the identity and relationships of insects. Museum of Comparative Zoology, Harvard University (MCZ) 2008-4012; length 24 mm.



2.9. A predatory, aquatic water bug, family Belostomatidae, from the Early Cretaceous Santana (Crato) Formation of Brazil. The bug is replicated in iron hydroxide and phosphates and lies in a matrix of soft limestone. This allows high-resolution CT scan images (right), which reveal hidden details on the ventral surface of the bug. AMNH; body length 15 mm.



Ambar Oligocénico México

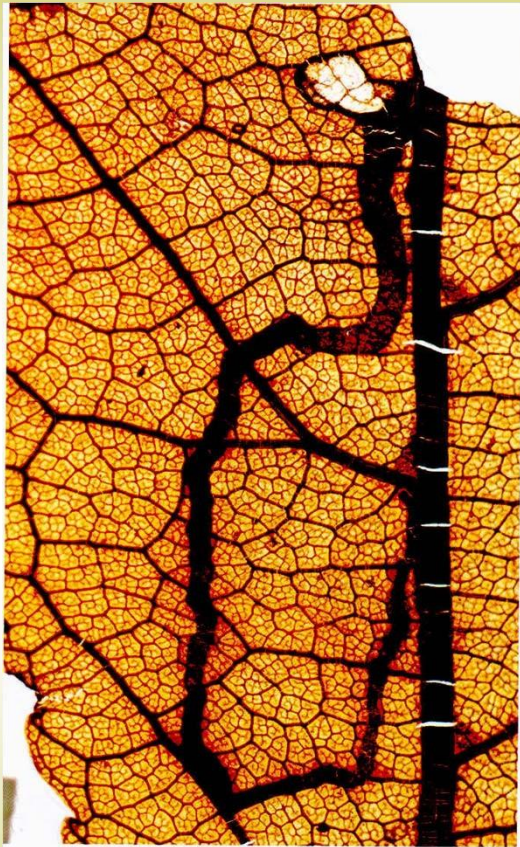
- Os artrópodes melhor preservados do Paleozóico são compostos de fosfato (500 mA) .
- Os primeiros insetos (400 mA) também foram preservados por compostos de fosfato.
- Principais depósitos de fósseis de insetos:
- Melhor depósito de insetos replicados (18 mA) são do Deserto de Mogave na Califórnia. O depósito era um lago pouco profundo mas altamente alcalino que preservou muito bem os insetos (é possível observar sedas e órgãos como o cérebro e parte digestiva).
- No lago Vitória no Quênia aparecem preservados em calcite ninfas de barata e uma colônia de formigas (cerca de 350 exemplares).
- Outro depósito fóssil permite observar a estrutura microscópica da cutícula e dos omatídeos.
- Depósito encontrado no Ceará no Brasil (120 mA) os organismos foram preservados num lago que evaporou rapidamente, concentrando os minerais e preservando rapidamente sem grande perturbação. Como resultado, é possível observar tecidos internos como sejam as fibras dos músculos.
- Casos mais raros ocorrem quando os insetos são replicados em pirite, o que lhes confere uma cor de ouro.

- **Encapsulação** – Forma-se um cristal à volta do inseto. Há exemplos encontrados em Itália de ninfas de libélulas.
- Aparecem também fósseis em carvão de antigas florestas que sofreram fogos. Temos o caso de larvas fossilizadas numa cavidade de madeira.
- As formas larvares podem ser identificadas (ordem ou família) pela geometria dos buracos, galerias ou pelo tipo de substrato ou planta em que ocorrem.

- Também vestígios de mastigação e furos (correspondendo a picadas) em plantas fósseis são o mais abundante.
- Encontram-se também vestígios de galhas. A evidência baseia-se principalmente nos danos da folha, na parte marginal e na superfície.
- O tamanho e a forma da galha, a sua localização na planta e o tipo de planta onde ocorre a galha são elementos necessários para identificar o organismo que faz a galha.
- As galhas de insetos são encontradas em fósseis com a radiação das angiospérmicas.

- Alguns insetos comem a epiderme da folha entre as veias mas deixam-nas, podendo observar-se um aspeto rendilhado. Estes insetos são as chamadas larvas mineiras porque fazem túneis entre as camadas da epiderme da folha. São principalmente holometabólicos (alguns Coleoptera, Diptera e borboletas noturnas).

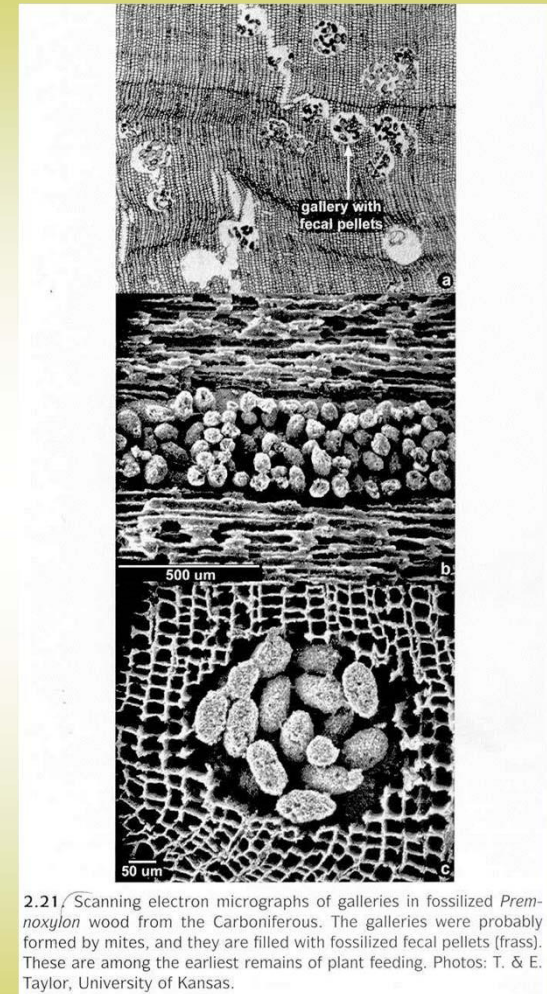
Fósseis: interação planta-insecto



2.20. An exceptionally well-preserved leaf from the Eocene of Anglesea, Victoria, Australia, with the mine of a larval moth. Museum Victoria (VM) 180365; length of leaf 64 mm.

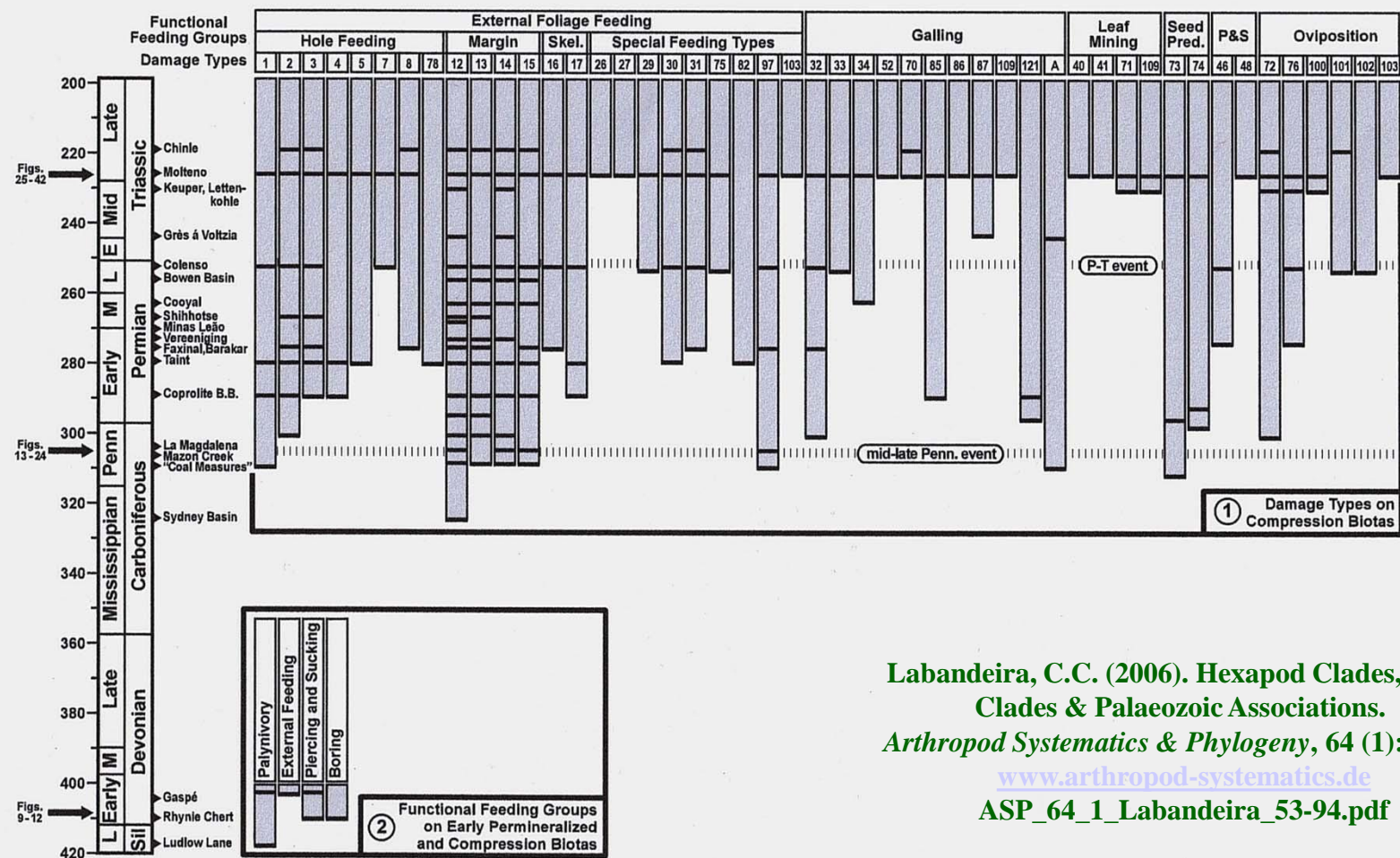


2.14. A group of pyritized larvae, presumably in a gall or wood cavity, from the Eocene London Clay. NHM In. 64736; diameter of gall 11 mm.



2.21. Scanning electron micrographs of galleries in fossilized *Premnoxylon* wood from the Carboniferous. The galleries were probably formed by mites, and they are filled with fossilized fecal pellets (frass). These are among the earliest remains of plant feeding. Photos: T. & E. Taylor, University of Kansas.

Fósseis: interacção planta-insecto



Labandeira, C.C. (2006). Hexapod Clades, Plant Clades & Palaeozoic Associations. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 64 (1): 53-94. www.arthropod-systematics.de ASP_64_1_Labandeira_53-94.pdf

Figs. 1–2. Geochronology of terrestrial plant-arthropod herbivore associations during the Late Silurian to Late Triassic interval. 1: The early geochronologic distribution of DTs from only compression floras, listed at near left, but also including other important occurrences that range from Late Mississippian to Late Triassic in age. Damage types (DTs) are listed numerically by functional feeding group (FFG) at top and each occurrence on a flora is designated as a thick horizontal bar. Major extinction events occur at the ends of the Middle Pennsylvanian (mid-late Penn. event) and terminal Permian (P-T event). The geochronologic positions of floras are fitted with the best stratigraphic data available and some may be approximate, such as Vereeniging and Barakar. DTs are after WILF & LABANDEIRA (1999) and LABANDEIRA et al. (2002b). The damage-type designation "A" following "121" is not formally described. 2: Distribution of FFGs for the earliest

well-preserved terrestrial biotas, consisting of compression and permineralized floras. Included under "Rhynie Chert" is the nearby, penecontemporaneous Windyfield chert deposit. Large arrows at far left indicate the three most important Paleozoic floras for which there are hexapod or other arthropod associational data, herein illustrated: lower arrow, Dryden Flags Formation (Figs. 9–12); middle arrow, Calhoun Coal of the Mattoon Formation (Figs. 13–25); upper arrow, Molteno Formation (Figs. 25–44). See Tab. 1 for details of all floras listed at left. Abbreviations: Sil., Silurian; Penn., Pennsylvanian; E., Early; M., Middle; L., Late; Skel., Skeletonization; Pred., Predation; P&S, Piercing-and-sucking. Geochronology after GRADSTEIN & OGG (2004). [Original illustration]

Fósseis: interacção planta-insecto

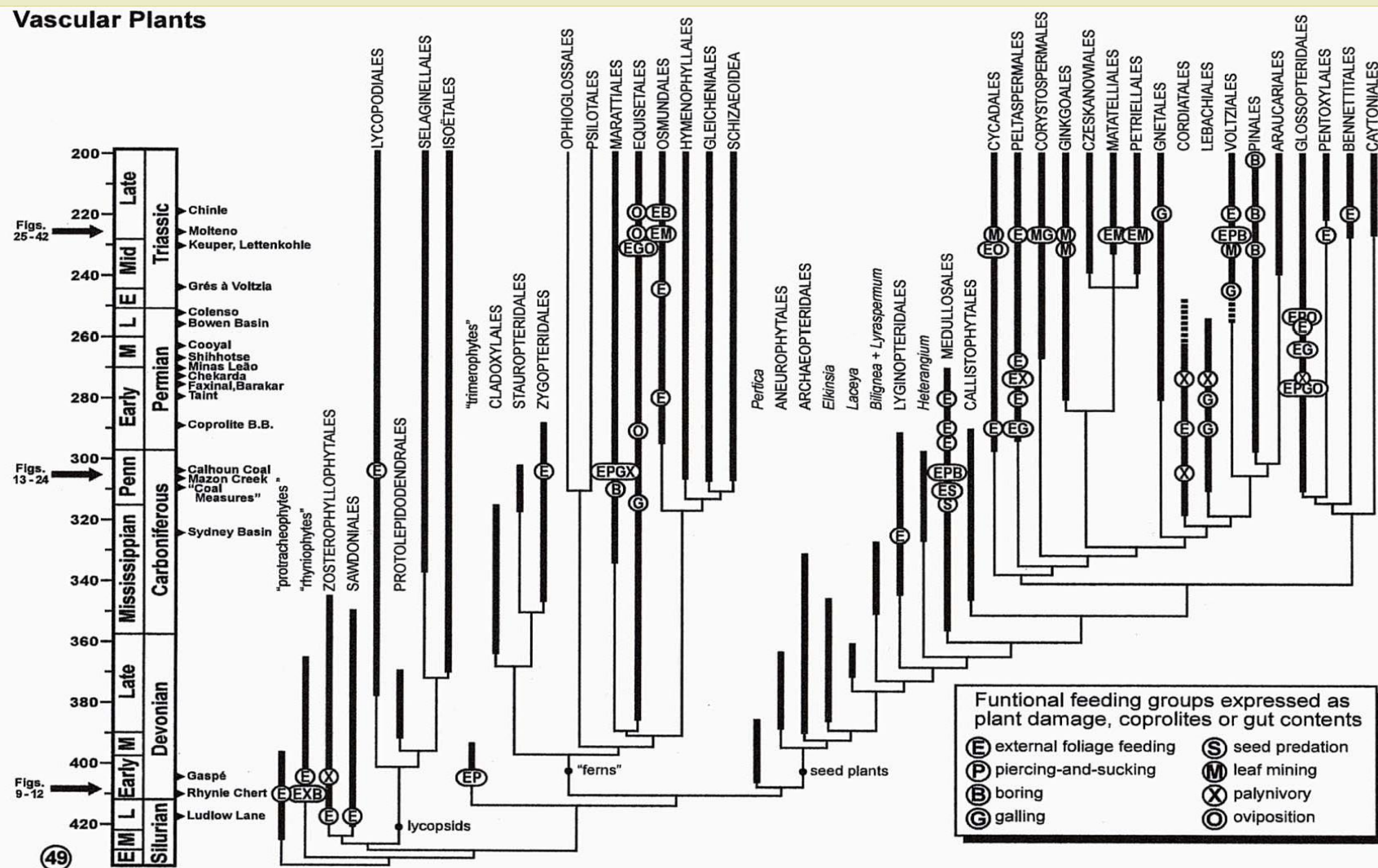


Fig. 49. Clades of vascular plants through the later Paleozoic and Triassic, indicating the occurrence of arthropod (almost entirely hexapod) mediated damage for the 20 or so biotas, most of which are listed in Fig. 1 (also see Tab. 1). Conventional clades are in upper case or italics if genera are used as exemplars; paraphyletic clades are in lower case and in quotes. Functional feeding groups (FFGs) are defined in LABANDEIRA (1998a, 2002a). These attributions are not exhaustive. Clade

ranges after KENDRICK & CRANE (1997), ROTHWELL & SERBET (1994), and ANDERSON et al. (in press); phylogeny after KENDRICK & CRANE (1997), PRYER et al. (2004a,b), and HILTON & BATEMAN (2006). Geochronologic time scale is from GRADSTEIN et al. (2004); see Fig. 1 for abbreviations. [Original illustration]

Fósseis: interacção planta-insecto

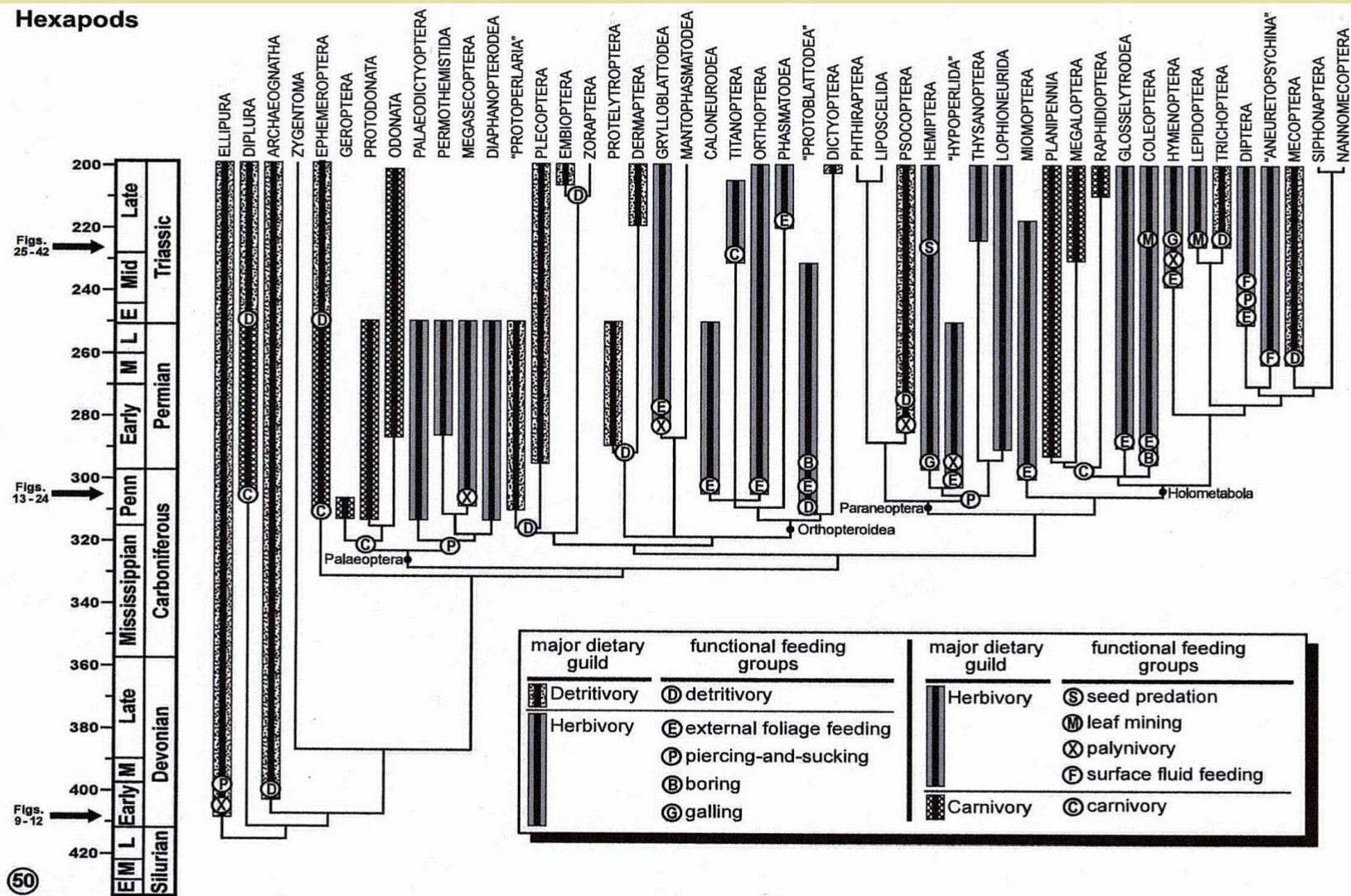


Fig. 50. Clades of Hexapoda through the later Paleozoic and Triassic, indicating the occurrence of major dietary guilds (detritivory, herbivory and carnivory) and major herbivore functional feeding groups. The position of the 20 or so biotas listed in Figs. 1 and 49 constitute most of the plant-damage data inferred for the various clades. These attributions are not exhaustive. Note the origination of seven clades during the earliest Pennsylvanian and the extinction of nine clades at

the P-T event. Paraphyletic clades are in quotes. Clade ranges are after LABANDEIRA (1994) and updates, RASNITSYN & QUICKE (2002), and GRIMALDI & ENGEL (2005); phylogeny is modified after GRIMALDI & ENGEL (2005). Relationships among some clades of ordinal rank are controversial, as is the Paleozoic and Mesozoic range of the Grylloblattodea. Geochronologic time scale is from GRADSTEIN et al. (2004). [Original illustration]

- Âmbar – Chamado resinite, é uma resina antiga de coníferas.
- Existem grandes depósitos na região do Báltico e da República Dominicana.
- A resina pegajosa prende os organismos que acabam por afundar. Âmbar tem mais de 40 000 anos.
- No âmbar é possível visualizar através do microscópio eletrónico, dependendo da natureza da resina e da rapidez com que o animal ficou envolto na resina, estruturas subcuticulares.
- Corrida ao DNA – Contaminantes
- DNA não é preservado em fósseis antigos. A quitina sofre degradação no âmbar, portanto o DNA também.

Eventos evolutivos na ecologia dos insectos

Table 1.3 A summary of evolutionary events in the ecology of insects, derived from fossil evidence (time scales very approximate).

| Event | Period | Approx. time (Ma) | Reference |
|---|----------------------|-------------------|---------------------------------|
| Most recent aphid families present | Early Tertiary | 45 | Heie (1996) |
| Radiation of higher (cyclorrhaphan) flies (Diptera) | Tertiary (Paleocene) | 55–65 | Grimaldi (1997) |
| Evidence of complex insect damage to angiosperm leaves | Cretaceous | 65–145 | Scott <i>et al.</i> (1992) |
| Midges feeding on the blood of dinosaurs | Cretaceous | 88–93.5 | Borkent (1996) |
| Differentiation of various weevil families | Middle Cretaceous | 100 | Labandeira & Sepkoski (1993) |
| Earliest fossil ant | Early Cretaceous | 130 | Brandao <i>et al.</i> (1989) |
| Radiation of major lepidopteran lineages on gymnosperms | Late Jurassic | 150 | Labandeira <i>et al.</i> (1994) |
| Establishment of intracellular symbionts in aphids | Permian–Jurassic | 160–280 | Fukatsu (1994) |
| Insect grazing damage on fern pinnules and gymnosperm leaves | Late Triassic | 220 | Ash (1996) |
| First evidence of pollenivory | Early Permian | 275 | Krassilov & Rasnitsyn (1996) |
| First evidence of leaf mines and galls | Late Carboniferous | 300 | Scott <i>et al.</i> (1992) |
| Evidence from tree-ferns of insect feeding by piercing and sucking | Carboniferous | 302 | Labandeira & Phillips (1996) |
| First evidence of wood boring by insects | Early Carboniferous | 330 | Scott <i>et al.</i> (1992) |
| Earliest fossil insect (bristletail) with significant structural data | Early Devonian | 400 | Labandeira <i>et al.</i> (1988) |



Importância da Conservação, Gestão e Uso Sustentável da Biodiversidade

Insectos:

Benefícios directos e indirectos para a Humanidade

Ecossistemas:

Composição

- Dominantes:
riqueza específica
abundância
biomassa

(Kim, 1993)

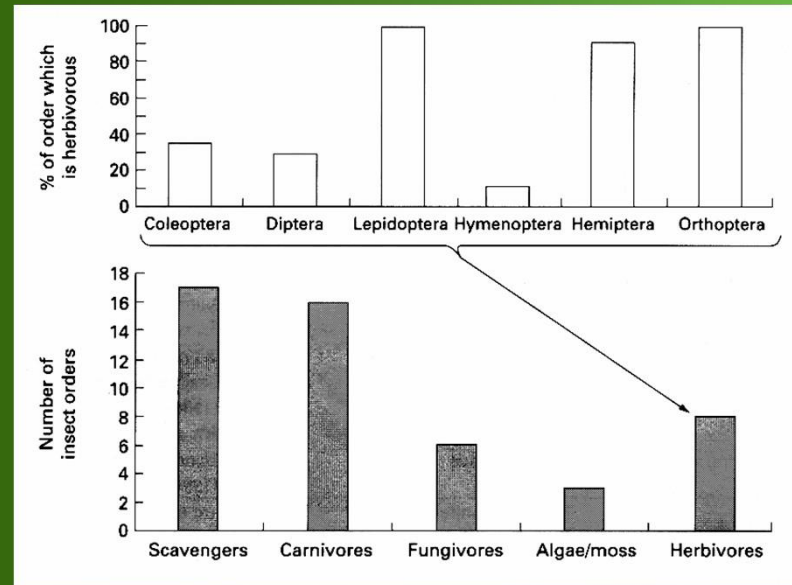
Estrutura

Solo
Substrato
Vegetação

Funcionamento

Decomposição
Ciclos dos nutrientes
Herbivoria
Parasitismo
Polinização
Controlo populações
Cadeias alimentares

Localização de coleópteros numa árvore

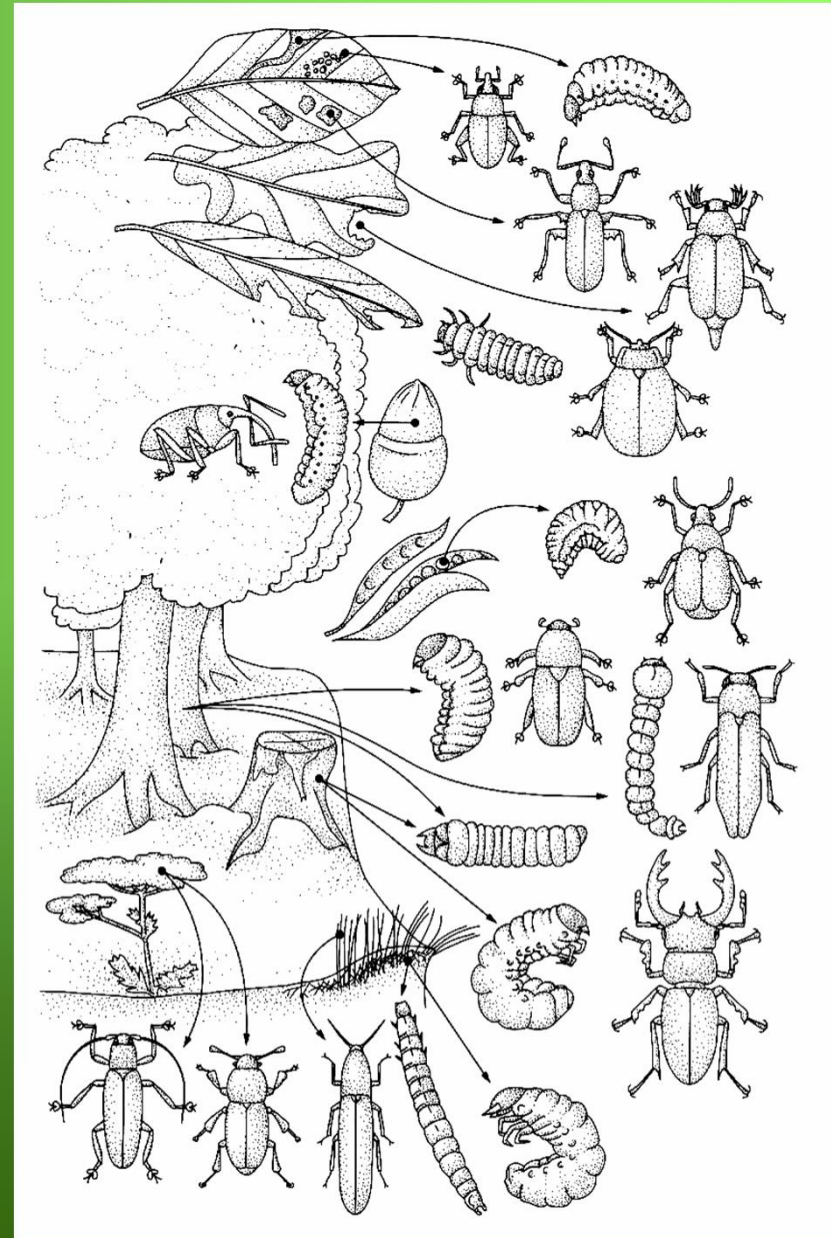


Principais guildes de dieta

TABLE 14.1. Proportions of Phytophagous Insects in Major Groups

| Group | Approximate Proportions of Phytophages (%) | Number of Phytophagous Species |
|--------------------------|--|--------------------------------|
| Coleoptera | 35 | 125,000 |
| Lepidoptera | 99 | 120,000 |
| Hemiptera | 90 | 82,000 |
| Diptera | 30 | 36,000 |
| Orthoptera | 95 | 19,000 |
| Hymenoptera ^a | 12 | 14,000 |
| Phasmatodea | 100 | 3,000 |
| Thysanoptera | 40 | 2,000 |
| Totals | | 401,000 |

^a Not including pollenivorous bees.





Bioindicacão



ecológica