

Insetos do Membro Crato, Formação Santana, Aptiano/Albiano da Bacia do Araripe

DENILSON ALMEIDA DA SILVA¹, LUCIANO ARTEMIO LEAL¹,
EDUARDO SILVEIRA BERNARDES², ALCEMAR RODRIGUES MARTELLO³

¹Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, Brasil

²Departamento de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Brasil

³Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Paraná, União da Vitória, Brasil
denilson77@gmail.com; luciano.artemio@gmail.com; edusstein@gmail.com; alcemar.martello@unespar.edu.br

Resumo

A distribuição de insetos é influenciada pelo relevo topográfico, estrutura do substrato e vento sendo particularmente vulneráveis a mudanças na temperatura, composição química ambiental e disponibilidade de água. Estas características dos insetos os tornam bioindicadores de mudanças paleoecológicas. O objetivo deste trabalho é registrar e descrever fósseis de insetos coletados nas camadas carbonáticas laminadas do Membro Crato da Formação Santana, Bacia do Araripe, e relacioná-los com o paleoambiente. Essa unidade formou-se no estágio pós-rifte da bacia que corresponde à sequência Aptiana/Albiana (~123 a 100 M.a.). Esse intervalo foi influenciado pelas condições climáticas vigentes durante o Cretáceo, de aquecimento planetário, com temperaturas médias globais superiores às atuais. Os fósseis foram coletados em pedreiras de calcário de Nova Olinda, Ceará, autorizados pelo DNPM através do Processo 001.433/2015. Foram identificados 46 indivíduos entre ninfas e imagos: Ephemeroptera (1 indivíduo), Blattodea (8 indivíduos), Odonata (3 indivíduos), Hemiptera (2 indivíduos), Lepidoptera (5 indivíduos), Orthoptera (12 indivíduos), Diptera (4 indivíduos), Neuroptera (1 indivíduo), Dermaptera (1 indivíduo), Hemiptera (3 indivíduos), Homoptera (1 indivíduo), Hymenoptera (1 indivíduo) e quatro indivíduos foram classificados como imaturos. Os imaturos têm seu crescimento realizado por meio de mudas de pele e, desta forma, em um exame externo de descrição, não fica evidente qual o seu estágio de crescimento. Os insetos com maior representação foram do grupo Orthoptera e apresentavam uma variabilidade morfológica em relação ao comprimento do corpo e dos apêndices, características que podem sugerir preferências desses animais por nichos específicos. A identificação desses ortópteros ficou clara devido a presença de fêmures traseiros dilatados contendo grandes músculos usados para saltar. Os indivíduos da ordem Blattodea também apresentavam características típicas, como pernas dotadas de espinhos e antenas longas, facilitando sua identificação. A preservação desses fósseis de insetos com estruturas microscópicas intactas indicam deposição em ambiente lacustre ou lagunar pouco profundo e com pouco aporte de sedimentos e nenhum transporte. Esses ambientes seriam lagos ou lagoas costeiras sujeitas a constantes mudanças de salinidade devido a conexão com o mar. As condições de estresse favoreceram o desenvolvimento de tapetes microbianos responsáveis pela precipitação dos carbonatos micríticos que auxiliaram na excepcional preservação desses fósseis de insetos.

Palavras-chave: Cretáceo Inferior, calcário, insetos fósseis, Nordeste

Abstract

Insect distribution is influenced by topographic relief, substrate structure and wind and is particularly vulnerable to changes in temperature, environmental chemical composition and water availability. These characteristics of insects make them bioindicators of paleoecological changes. The objective of this work is to register and describe fossils of insects collected in the laminated carbonate layers of the Crato Member of the Santana Formation, Araripe Basin, and to relate them to the paleoenvironment. This unit was formed in the post-rift basin stage that corresponds to the Aptiana / Albiana sequence (~ 123 to 100 M.a.). This interval was influenced by the climatic conditions prevailing during the Cretaceous, of global warming, with average global temperatures higher than the current ones. The fossils were collected in limestone quarries in Nova Olinda, Ceará, authorized by DNPM through Process 001.433 / 2015. 46 individuals were identified among nymphs and imagos: Ephemeroptera (1 individual), Blattodea (8 individuals), Odonata (3 individuals), Hemiptera (2 individuals), Lepidoptera (5 individuals), Orthoptera (12 individuals), Diptera (4 individuals), Neuroptera (1 individual), Dermaptera (1 individual), Hemiptera (3 individuals), Homoptera (1 individual), Hymenoptera (1 individual) and four individuals were classified as immature. The immature have their growth carried out by means of skin seedlings and, thus, in an external examination of description, it is not clear what their stage of growth is. The most represented insects belonged to the Orthoptera group and had morphological variability in relation to the length of the



body and appendages, characteristics that may suggest preferences of these animals for specific niches. The identification of these orthopterans became clear due to the presence of dilated rear femurs containing large muscles used for jumping. Individuals of the order Blattodea also had typical characteristics, such as legs with spines and long antennae, facilitating their identification. The preservation of these insect fossils with intact microscopic structures indicates deposition in a shallow lake or lagoon environment with little sediment input and no transport. These environments would be lakes or coastal lagoons subject to constant changes in salinity due to the connection with the sea. The stress conditions favored the development of microbial mats responsible for the precipitation of the micritic carbonates that helped in the exceptional preservation of these insect fossils.

Keywords: Lower Cretaceous, limestone, fossil insects, Northeast

Introdução

Existem em torno de 1275 famílias de insetos conhecidas no registro fóssil e em torno de 967 presentes hoje na natureza, das quais 70% são conhecidas também como fósseis (Jarzembowski 2001). A distribuição de insetos é influenciada pelo relevo topográfico, estrutura do substrato e vento, sendo particularmente vulnerável à mudanças na temperatura, composição química do ar e da água e disponibilidade de água (Jarzembowski 2001). Estas características dos insetos os tornam bioindicadores de mudanças paleoecológicas. Uma análise mais detalhada das ocorrências de insetos fósseis pode revelar que o mesmo padrão de crises bióticas, de estresse ambiental e de especiação aloclônica, que hoje podem ser verificadas na natureza, igualmente podem ser detectadas no registro fóssil, gerando dados úteis para inferências paleoambientais, paleoclimáticas, paleobiogeográficas e cronoestratigráficas (Martins-Neto 2006). Nesse sentido, o objetivo deste estudo é registrar e descrever alguns fósseis de insetos resgatados nas camadas carbonáticas laminadas do Membro Crato da Formação Santana da Bacia do Araripe e relacioná-los com o paleoambiente.

Contexto geológico

A Bacia do Araripe é a mais extensa das bacias do interior do nordeste brasileiro (Figura 1) (Bardola 2015). A Formação Santana constitui-se numa das mais importantes representações do Cretáceo cearense. Essa unidade formou-se no estágio pós-rifte da bacia que corresponde à sequência Aptiana/Albiana (~123 a 100 M.a.). Essa sequência foi influenciada pelas condições climáticas vigentes durante o Cretáceo, com temperaturas médias globais superiores às atuais.

Segundo Arai (2009), o principal mecanismo formador das chapadas cretáceas foi a deposição de uma unidade arenítica tabular capeadora durante o trato de sistemas de andar alto e a subsequente interrupção na sedimenta-

ção do Andar Alagoas. A Bacia do Araripe foi formada pela reativação de estruturas do embasamento devido aos esforços tectônicos relacionados à fase rifte das bacias marginais brasileiras (Assine 1992). A sequência neoaptiana-eoalbiana registra o advento do estágio pós-rifte na Bacia do Araripe, resultando de subsidência flexural térmica. Constituída pelas formações Barbalha e Santana, a sequência pós-rifte ocorre no sopé das escarpas contornando a Chapada do Araripe. Conforme Arai (2009), a Bacia do Araripe possui um histórico sedimentar polícíclico, comparável ao de muitas bacias intracratônicas (sinéclises) a bacias da margem continental.

Materiais e métodos

Os fósseis foram resgatados em duas oportunidades, em pedreiras de calcário do município de Nova Olinda, Ceará, autorizado pelo DNPM através do Processo 001.433/2015. A identificação em laboratório foi feita por meio de análise visual com o auxílio de lupa estereoscópica. A comparação e a classificação dos espécimes seguiram bibliografia especializada (e.g. Martill *et al.* 2007).

Resultados obtidos

Foram registrados 46 indivíduos identificados como ninfas e imagos entre os seguintes grupos: Orthoptera (n=12), Blattodea (n=8), Lepidoptera (n=5), Diptera (n=4), Odonata (n=3), Hemiptera (n=4), Neuroptera, Dermaptera, Hymenoptera, Ephemeroptera (todos com 1 indivíduo cada), e quatro indivíduos foram classificados como imaturos. Todos eles resgatados nas pedreiras de calcários de Nova Olinda, Ceará. Os insetos com maior representação foram do grupo Orthoptera (Figuras 2D, E, F) e apresentam uma variabilidade morfológica em relação ao comprimento do corpo e dos apêndices. Os indivíduos da ordem Diptera distinguem-se por apenas um par de asas reais (o par posterior é modificado para formar halteres que auxiliam no controle de equilíbrio do voo).

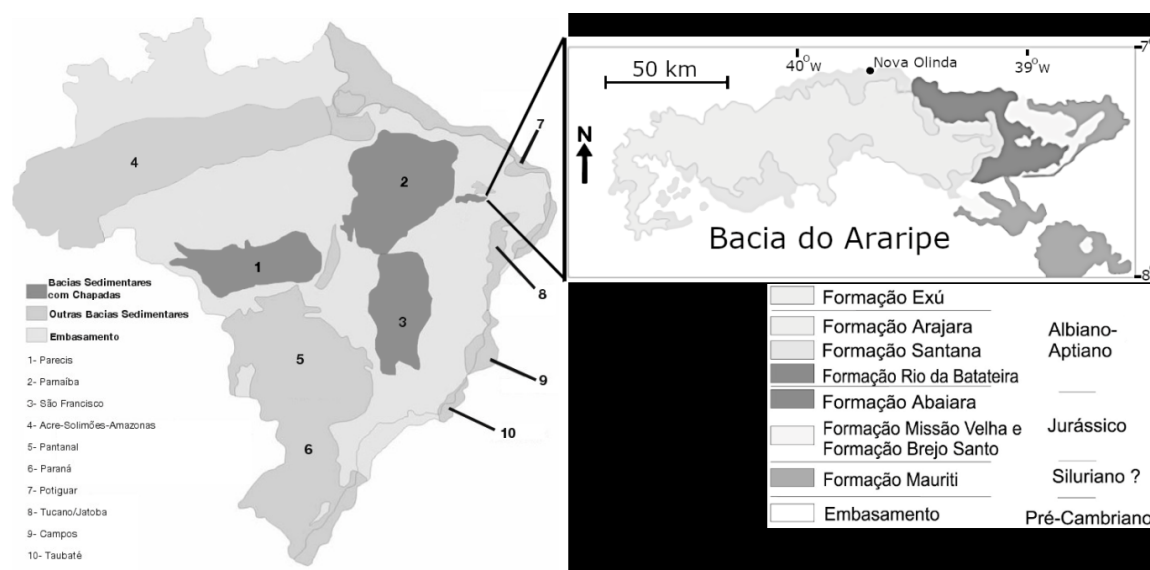


Figura 1 – Localização geográfica da Bacia do Araripe no território brasileiro. **A** – Principais bacias sedimentares brasileiras (modificado de Martill *et al.* 2007); **B** – Destaque para as formações geológicas da Chapada do Araripe e do local de resgate do material, município de Nova Olinda-CE (modificado de Carmo *et al.* 2004).

Discussões e conclusões

Os fósseis apresentam-se em bom estado de preservação, onde a maioria das estruturas estão preservadas, possibilitando a identificação.

Tais características podem sugerir preferências desses animais por nichos específicos. A identificação desses ortópteros baseou-se na presença de fêmures traseiros dilatados contendo grandes músculos usados para saltar. A maioria dos fósseis de Orthoptera é preservada no aspecto lateral, com as asas dobradas sobre o abdômen na posição de repouso, mas muitos grilos são preservados dorso-ventralmente, indicando um processo rápido de

Essa característica encontra-se bastante clara nos fósseis encontrados, principalmente se tratando da preservação das asas (Figura 2A). Os fósseis de Odonata foram identificados principalmente pela preservação do aspecto (dorsal ou ventral) marcante em libélulas, com asas isoladas e outros fragmentos (Figura 2C). A característica que mais chama atenção e facilita sua identificação é a asa comprida e fina presente nos indivíduos desta classe de insetos, que é uma característica típica e garante a identificação do grupo. Um espécime estava sem o abdome, pois essa é a parte do corpo que tende a se soltar primeiro, possivelmente como consequência de predação.

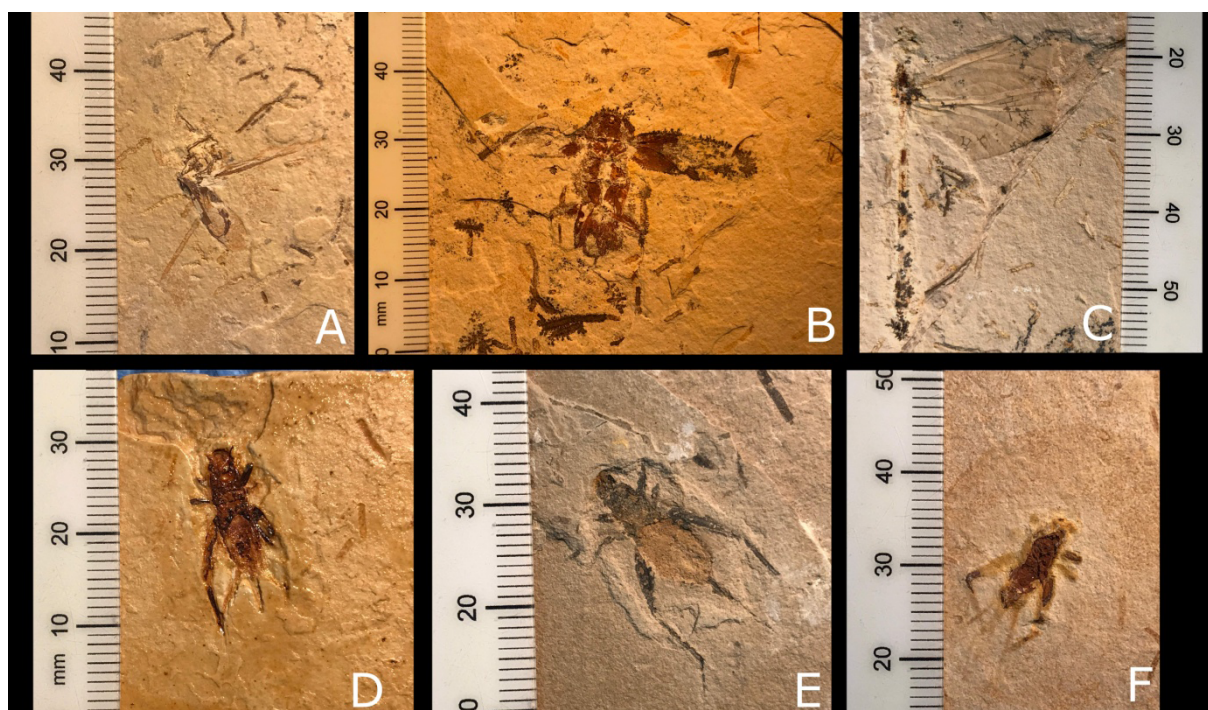


Figura 2 – Fósseis em vista dorsal: **A** – Diptera; **B** – Blattodea; **C** – Odonata; **D** – Orthoptera; **E** – Orthoptera; **F** – Orthoptera.

fossilização, que impediu que seus tagmas fossem desarticulados. Essa característica é típica da geologia do local, que contribui para uma fossilização rápida e garante uma boa preservação desse material. Sua abundância relativamente alta em coleções e em amostras coletadas em campo pode refletir uma abundância numérica real na população original, mas pode ser que os insetos saltadores possam pousar mais facilmente na água por acidente. Os indivíduos da ordem Blattodea também apresentam características típicas, como pernas espinhentas e antenas longas, que facilitaram sua identificação (Figura 2B). Os blatódeos habitam ambientes úmidos, no entanto, seu potencial de preservação é provavelmente muito alto devido à constituição esclerosada das suas asas. Os fósseis foram bem preservados, principalmente completos, geralmente com ambas as asas dianteiras e traseiras. Exemplos excepcionais de adultos com asas dianteiras e traseiras abertas em ambos os lados do corpo também são encontrados.

A identificação visual dos Hemiptera (Figura 3A) foi possível, pois os espécimes estavam preservados, apresentando nitidamente a carapaça em formato parecido com um triângulo. Os indivíduos com menor representação, com apenas um espécime, incluem insetos das ordens: Neuroptera (Figura 3B), que foi identificado pela presença de uma cabeça comprida em relação ao tórax, olhos grandes e a presença de antenas longas; Dermaptera (Figura 3C), com indivíduos apresentando asas anteriores curtas e apêndices em forma de pinça; Hymenoptera (Figura 3D) e Lepidoptera (Figura 3E). Os imaturos (Figura 3F), não apresentaram evidências morfológicas suficientes para evidenciar qual o seu estágio de crescimento. A preservação desses fósseis de insetos com suas estruturas microscópicas intactas indica deposição em ambiente lacustre raso e com pouco aporte de sedimentos e nenhum transporte. Esses ambientes seriam lagos ou lagoas costeiras sujeitas a constantes mudanças de salinidade devido a conexão com o mar. As condições de estresse am-

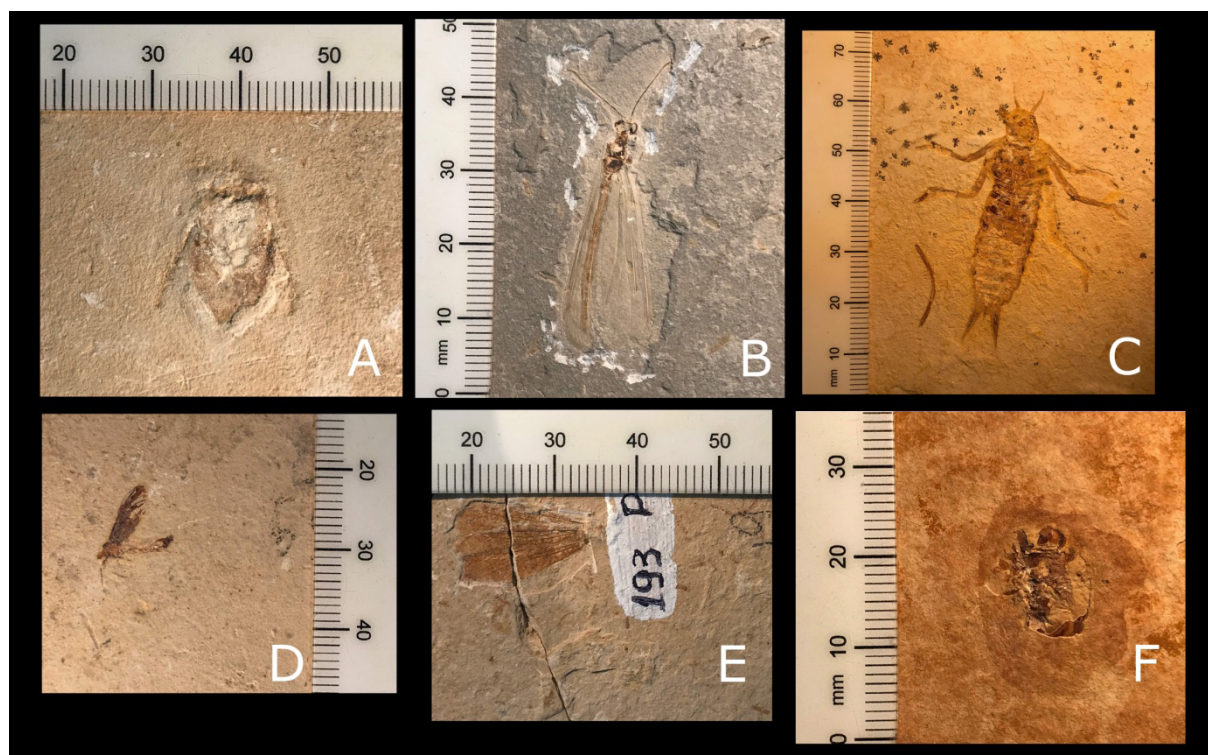


Figura 3 – A – Fósseis de Hemiptera; Fósseis menos abundantes da amostra: B – Neuroptera; C – Dermaptera; D – Himenoptera; E – Lepidoptera; F – Exemplo de um fóssil de imaturo.

biental, em água salobra, favoreceram o desenvolvimento de tapetes microbianos, responsáveis pela precipitação dos carbonatos micríticos que auxiliaram na excepcional preservação desses fósseis de insetos (Gall 1990).

De acordo com Martill *et al.* (2007), os espécimes podem ser preservados tridimensionalmente ou parcialmente e é comum encontrar membros ou apêndices em ângulos altos ou uns por cima dos outros. Em alguns dos fósseis identificados aqui neste estudo (Figura 4), os apêndices estavam dobrados e por cima do tórax do indivíduo. Outra característica marcante foi de libélulas que apresentavam suas asas esticadas, em posição de descanso. As baratas também apresentavam asas abertas, outras apenas uma ou as duas asas fechadas, assim como citados nos trabalhos de Martill *et al.* (2007). Os insetos com poucos representantes, como os da ordem Dermaptera, são considerados raros (Martins-Neto 1999), por isso não foram encontrados muitos indivíduos desse grupo. Muitos dos artrópodes identificados aqui apresentavam-se completos, principalmente da ordem Orthoptera.

Durante o período Cretáceo, ocorreu uma dominância de insetos no ambiente. De acordo com Gullan (2007) esse fato coincide com a diversificação das angiospermas (plantas com flores) e isso pode indicar a ocorrência de interações insetos-plantas, como aparelhos bucais adaptados para a polinização, explicando assim muitas das adaptações que os insetos adquiriram ao longo do tempo para garantir a sobrevivência, aprimorar seus hábitos alimentares, sua reprodução e garantir o sucesso em seu nicho ecológico.

De acordo com Gall (1990), a boa preservação dos fósseis de insetos dessa bacia ocorre devido a produção de mucilagem (polissacarídeo de monômeros variados, secretados por estruturas diversas), que permite a absorção e retenção de água e contribui para proteção de estruturas jovens, o que inibe a decomposição do organismo e contribui para a realização de um mecanismo de amortecimento resistente, que protege os fósseis de desarticulação. Esse fato também é descrito por Osés (2016), onde ele argumenta que os insetos do membro Crato foram preservados pela pirita framboidal e propõe que a difusão de soluções de água por poros dos animais e seu envolvimento por bactérias criaram condições favoráveis para a mineralização da cutícula e tecidos moles, favorecendo assim, a produção de réplicas tridimensionais dos insetos, mantendo seus detalhes morfológicos evidentes. Alguns eventos podem ter contribuído para a desarticulação e preservação de poucas partes do corpo do inseto, como fenômenos ocorridos durante o transporte, como a quebra, a triagem, a predação e a decomposição. Entretanto, a boa preservação desses fósseis da Bacia do Araripe contribuiu para a identificação da maioria dos indivíduos. Desta forma esses fósseis fornecem pistas importantes para a natureza do paleoambiente da Bacia do Araripe, bem como a paleoecologia da biota. A importância desse material fóssil reside no fato de que eles ampliam o conhecimento do registro fóssil para o Brasil, servindo de base para futuros trabalhos que envolvam a distribuição desses espécimes, bem como para a compreensão da biogeografia e paleoecologia.

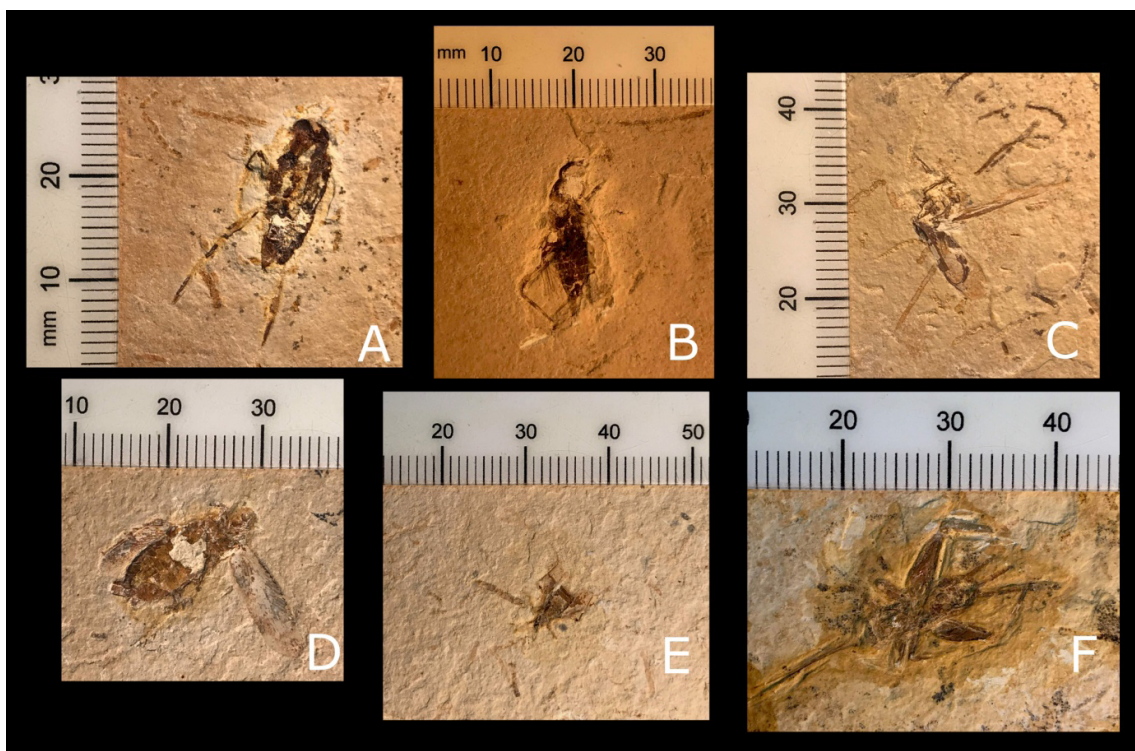


Figura 4 – Exemplo de fósseis com seus apêndices dobrados, durante o processo de fossilização.

Agradecimentos

Aos trabalhadores das pedreiras do Município de Nova Olinda que permitiram nosso acesso aos afloramentos e nos auxiliaram na localização e resgate dos fósseis. Agradecemos à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da UESB que viabilizou as atividades de campo

e coleta dos fósseis. À coordenação da Paleo PR/SC 2018 que possibilitou o envio de resumos expandidos para o evento. Um agradecimento especial ao pesquisador Msc. Lucio Flávio Freire Lima pela ajuda na análise dos fósseis dos insetos e um agradecimento aos revisores anônimos que avaliaram o texto final.

Referências

- Arai M. 2009. Revisão estratigráfica do Cretáceo Inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 25: 7-15.
- Assine M 1992. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 22: 289-300.
- Bardola TP. 2015. *Caracterização paleoambiental dos carbonatos microbiais do Membro Crato, Formação Santana, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 147p.
- Carmo DA; Rafael RML; Vilhena RM & Tomassi HZ 2004. Redescrição de *Theriosynoecum silvai* e *Darwinula martinsi*, Membro Crato (Formação Santana), Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, NE, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7: 151-158.
- Gall JC. 1990. Les voiles microbiens, leur contribution à la fossilisation des organismes de corp mou. *Lethaia*, 23: 21-28.
- Gullan PJ & Cranston PS 2007. *Os insetos: um resumo de entomologia*. São Paulo, Roca, 440p.
- Jarzewowski EA. 2001. The Phanerozoic record of insects. *Acta Geológica Leopoldensia*, 24:73-79.
- Martill DM; Bechly G & Loveridge RF 2007. *The Crato fossil beds of Brazil: window into an ancient world*. Cambridge, Cambridge University Press, 625p.
- Martins-Neto RG 1999. New genus and new species of Lepidoptera (Insecta, Eolepidopterigidae) from Santana Formation (Lower Cretaceous, Northeast Brazil). In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., 1999. *Boletim*, São Paulo, UNESP, p. 531-553.
- Martins-Neto RG 2006. Insetos fósseis como bioindicadores em depósitos sedimentares: um estudo de caso para o Cretáceo da Bacia do Araripe (Brasil). *Zoociências*, 8: 155-183.
- Osés GL; Petri S; Becker-Kerber B; Romero GR; Rizzutto MA; Rodrigues F; Galante D; Silva TF; Curado JF; Rangeli EC; Ribeiro RP & Pacheco ML 2016. Deciphering the preservation of fossil insects: a case study from the Crato Member, Early Cretaceous of Brazil. *PeerJ*, 4: e2756.