



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA E BACHARELADO
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

RAONI DE CASTRO BARBOSA

**TAFONOMIA DOS INSETOS FÓSSEIS DA BACIA DE FONSECA, EOCENO,
PALEOGENO DE MINAS GERAIS**

**CAMPINA GRANDE
2010**

RAONI DE CASTRO BARBOSA

TAFONOMIA DOS INSETOS FÓSSEIS DA BACIA DE FONSECA, EOCENO,
PALEOGENO DE MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas da
Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento
às exigências para obtenção do grau
de Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Mendes

CAMPINA GRANDE
2010

FICHA CATALOGRÁFICA
BIBLIOTECA CENTRAL

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

B238t Barbosa, Raoni de Castro.

Tafonomia dos insetos fósseis da bacia de Fonseca, Eoceno, paleogeno de Minas Gerais [manuscrito] / Raoni de Castro Barbosa. – 2010.

47 f. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2010.

“Orientação: Prof. Dr. Márcio Mendes, Departamento de Biologia.

1. Modelo 2. Tafomôico. 3. Paleoinsetos. 4. Lago. I. Título.

21. ed. CDD 565.7

RAONI DE CASTRO BARBOSA

TAFONOMIA DOS INSETOS FÓSSEIS DA BACIA DE FONSECA, EOCENO,
PALEOGENO DE MINAS GERAIS

Aprovado em 13 de 07 de 2010

BANCA EXAMINADORA

Assinatura Marcio Mendes
: Marcio Mendes (May 3, 2012)

Email: museuhn@yahoo.com.br

Prof. Dr. Márcio Mendes/UEPB

Orientador



Prof^ª. Dra. Maria Amary Bezerra Gusmão/UEPB

Examinador



Prof^ª. Dra. Carla de Lima Bicho/UEPB

Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Gaia, seus elementos e todos os seres, por nos permitir que hoje mergulhemos no passado com a tentativa de compreender os seus mistérios e maravilhas.

À minha família pelo amor a mim dedicado, pelo respeito às minhas opções e suporte imprescindível.

À Universidade Estadual da Paraíba, por ter me proporcionado a possibilidade de realizar este trabalho, disponibilizando os meios para tal.

Ao Museu de História Natural da Universidade Estadual da Paraíba, que no seu nascedouro me proporcionou uma iniciação neste mundo fantástico do pretérito.

Ao Prof. Dr. Márcio Mendes, pela disponibilidade em me orientar, aliando competência, gentileza, respeito e paciência.

Aos professores, Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão, e Dra. Carla de Lima Bicho que a despeito dos múltiplos afazeres se dispuseram a examinar este trabalho trazendo uma visão crítica.

Ao Prof. Dr. Juvandi de Souza Santos por ter prestado uma ajuda fundamental.

Aos colegas de sala e amigos, Thiago Severo, Uriá Souto e José Ribamar pelos momentos de descontração ao longo dos anos, e a Allysson Allan de Farias, que além das descontrações na sala também me auxiliou a concretizar esse trabalho. A Mariana Franco Fragoso, que apesar de ter-me distanciado mais nesses últimos tempos, no passado me deu um apoio fundamental. A Patrícia Basílio, por ter aturado meus momentos de ironia constante logo após nos conhecermos. A Emerson Bezerra e Renally Ruana, amigos de curso, que frequentavam outra sala, mas sempre estiveram a meu lado.

A todos os meus colegas do Museu, principalmente à Eliana Maria Queiroga de Souza, pelas discussões diversificadas que tivemos e pela cooperação, solidariedade e amizade.

A todos aqueles que direta ou indiretamente participaram da construção e desenvolvimento deste trabalho, o meu MUITO OBRIGADO!

TAFONOMIA DOS INSETOS FÓSSEIS DA BACIA DE FONSECA, EOCENO,
PALEOGENO DE MINAS GERAIS

Autor:

Raoni de Castro Barbosa – Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências Biológicas.

DB/CCBS/UEPB

Orientador:

Dr. Márcio Mendes – DB/CCBS/UEPB

Examinadores:

Dra. Carla de Lima Bicho – DB/CCBS/UEPB

Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão– DB/CCBS/UEPB

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo propor um modelo tafonômico para a Bacia de Fonseca (MG) a partir da análise paleoentomológica, levando em consideração os aspectos morfológicos, tipos de fossilização e categorias taxonômicas. As atividades foram desenvolvidas no Museu de História Natural da UEPB em Campina Grande (PB), localizado no Parque Evaldo Cruz - Açude Novo. O material estudado é composto de amostras provenientes da Bacia de Fonseca, Eoceno de Minas Gerais e como forma de registro, foram feitas fotografias das amostras analisadas. Nessas amostras estão presentes diversos insetos (completos e fragmentos), além de plantas. Foram analisados 48 (quarenta e oito) paleoinsetos, classificados segundo a sua ordem taxonômica, forma do corpo (articulado e desarticulado) e posição das asas (abertas ou fechadas). O provável modelo tafonômico que mais se adequa, seria um lago, tipo meandro abandonado com um fundo anóxico.

Palavras-chave: Modelo Tafonômico, Paleoinsetos, Lago

ABSTRACT

The objective of this work is to make a taphonomic model proposition for the Fonseca Basin (MG) from the paleontologic analysis, with the morphology, kinds of fossilizations and taxonomic categories in consideration. The activities were done in the Natural History Museum of UEPB in Campina Grande (PB), located in the Park Evaldo Cruz – Açude Novo. The simples studied are from the Fonseca Basin, Eocene of Minas Gerais, and for the inventory, pictures were taken. In those simples are several kinds of insects (complete and fragments), in addition, there are also plants. Were studied 48 (forty eight) paleoinsects, sorted by: taxonomic order, body shape (articulated and disarticulated) and wing position (opened or closed). The probably taphonomic model that is more appropriated is a meandering lake abandoned with an anoxic bottom.

Keywords: Taphonomic model, paleoinsects, Lake

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fragmentos de calcário laminado (aprox. 10 x 10 cm), com pelo menos oito ordens de insetos.....	16
Figura 2 – Sequência de desarticulação em baratas.....	19
Figura 3 – Conformação da Terra no Eoceno.....	25
Figura 4 - Localização da bacia de Fonseca no contexto geológico regional do Quadrilátero Ferrífero.....	28
Figura 5 – Seção-tipo da Formação Fonseca.....	30
Figura 6 – 630 - Asa de Hymenoptera isolado.....	37
Figura 7 – 825a - Isoptera + Hymenoptera com asas isoladas.....	37
Figura 8 – 709a – Asa isolada de ordem não identificada.....	38
Figura 9 – 714a – Hymenoptera com asas abertas e corpo desarticulado.....	38
Figura 10 – 661a – Coleoptera com asas fechadas e corpo articulado.....	39
Figura 11 – 615 – Hymenoptera com asas fechadas e corpo articulado.....	39
Figura 12 – 658a – Hymenoptera com asas abertas e corpo articulado.....	40
Figura 13 – 808 – Coleoptera com asas fechadas e corpo articulado.....	40
Figura 14 – 809 – Heteroptera com asas não visíveis e corpo desarticulado.....	41
Figura 15 – 714a – Hymenoptera com asas abertas e corpo desarticulado.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Check List dos insetos da Bacia de Fonseca (COELHO, 2003).....	21
Tabela 2– Insetos fósseis analisados da Bacia de Fonseca.....	33

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Tafonomia.....	12
2.1.1 Tafonomia experimental.....	13
2.1.2 Tafonomia do Membro Crato, Formação Santana, Bacia do Araripe.....	14
2.1.3 Tafonomia experimental aplicada ao Membro do Crato.....	18
2.1.4 Tipos de Fossilização.....	20
2.2 Insetos fósseis de Fonseca.....	21
2.3 Eoceno no contexto global.....	21
2.3.1 Era Cenozóica.....	22
2.3.2 Período Terciário (Paleogeno + Neogeno).....	22
2.3.3 Época Eoceno.....	24
3 OBJETIVOS	26
4 METODOLOGIA	27
4.1 Bacia da Fonseca.....	27
4.1.1 Localização e Descrição da Bacia.....	27
4.1.2 Descrição do Sítio.....	29
4.1.3 Formação da Bacia.....	31
4.2 Coleta e Análise.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43

INTRODUÇÃO

A tafonomia é uma ciência recente e bastante interdisciplinar. Ela pode ser subdividida em bioestratinomia e diagênese. O primeiro se refere ao histórico dos restos esqueléticos até o soterramento, enquanto o último abrange os processos físicos e químicos que alteram os restos esqueléticos.

Os processos tafonômicos alteram a conformação dos fósseis, retirando informações importantes e adicionando tendenciamentos. O paleontólogo tem, como um dos objetivos, retirar os tendenciamentos para entender como o organismo era quando estava vivo.

Como forma de entender melhor esses processos, surgiu um ramo, a tafonomia experimental, na qual através do desenvolvimento de experimentos, tanto em laboratório quanto em campo, é possível obter dados sobre a necrólise, o transporte, a abrasão e a dissolução de restos esqueléticos.

Experimentos podem indicar quais são os organismos com maior potencial de fossilização e sob que condições particulares estes se preservam. Evidências destas condições podem ser, posteriormente, identificados no registro fóssil, sendo relevantes para os estudos paleoambientais e paleoecológicos.

A documentação dos estágios através dos quais diferentes organismos sofrem decomposição é uma base essencial para a interpretação de táxons fósseis similares preservados. Experiências com taxas de decaimento permitem avaliar o tempo e as condições requeridas na fossilização, e indicam o potencial de preservação de diferentes tecidos. Pode-se determinar as condições requeridas para inibir o decaimento e promover a preservação de tecidos moles e biomineralizados, bem como investigar o papel de fatores como oxigenação, temperatura, salinidade, bactérias aeróbicas, sulfato e outras substâncias químicas na fossilização.

Portanto, a tafonomia experimental têm demonstrado que a ausência ou baixa representatividade de determinado táxon, em uma dada tafocenose não necessariamente implica na sua ausência ou baixa representatividade, em vida, na comunidade original, pois este pode refletir seu potencial de resistência a dissolução e abrasão e, portanto, seu potencial diferenciado de fossilização.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

2.1 Tafonomia

A tafonomia (grego: *tafos*= sepultamento; *nomos*= leis) teve início a partir do instante em que os fósseis foram identificados como restos e vestígios ou evidências de vida do passado geológico. Além de mitigar a curiosidade sobre as vidas preservadas e enquadrá-las em um código de classificação, o paleontólogo passou a se preocupar como a formação das camadas fossilíferas ocorre, haja vista que, os fósseis inseridos na litosfera apresentam tendenciamentos.

Um dos aspectos mais fascinantes da tafonomia é devido ao fato de ser interdisciplinar, envolvendo a paleontologia, geologia, biologia e a ecologia em ampla escala geológica. A maior parte dos primeiros estudos tafonômicos enfatiza o problema da perda de informação paleontológica, a partir dos processos pós-morte, preocupando-se com o que Brett & Baird (1986) chamaram de “aspectos negativos” da tafonomia. Negativo devido ao fato desses processos retirarem informações originalmente contidas nas biocenoses e introduzirem tendenciamentos (*bias*) nas tafocenoses. Todas as tafocenoses apresentam algum grau de tendenciamento, introduzidos pelos processos seletivos e destrutivos, tanto biológicos quanto sedimentológicos, que atuam após a morte de um organismo.

Segundo a escola alemã do século 20, a tafonomia se baseava no atualismo (as mudanças do passado ocorrem de forma semelhante as atuais). Porém, nem sempre seus princípios são verdadeiros, principalmente quando se refere aos habitats marinhos, onde os fatores bióticos têm mudado ao longo do tempo geológico da Terra.

A tafonomia trata os restos orgânicos como partículas sedimentares, estando estas sofrendo os processos de erosão, transporte e deposição. Esses restos orgânicos sofrem as mesmas consequências que os litoclastos, como a mistura de elementos, o desgaste físico químico, a seleção hidráulica e o

retrabalhamento. Também podem ser inclusos fatores diagenéticos como compactação, cimentação e dissolução diferencial (Holz & Simões, 2002).

Seilacher (1970) foi o primeiro autor a tratar restos orgânicos dessa forma, mostrando que os fósseis carregam tendenciamentos ou distorções no registro da biota. Neste trabalho, ele empregou apropriadamente os termos retrato de morte (= *Todesbild*) e retrato de vida (= *Lebensbild*). As concentrações fossilíferas geralmente mostram o retrato de morte, cheio de tendenciamentos adquiridos pelos processos tafonômicos. A paleontologia tem como meta compreender o retrato de vida, a partir da identificação e descrição dos processos tafonômicos-sedimentares e temporais que atuaram para formar o retrato de morte.

Para obter uma compreensão melhor desses processos, se fez necessário a criação de uma parte experimental dentro da tafonomia.

2.1.1 Tafonomia experimental

Na tafonomia experimental é possível controlar e avaliar os fatores que atuam na fossilização.

Apesar da importância dessas simulações, existe pouca literatura para os invertebrados e se resume nos seguintes autores: Allison (1986, 1988, 1990); Allison & Briggs (1993) Briggs & Kear (1993a, 1993b, 1994); Kidwell & Baumiller (1990); Mendes (1998); Plotinick (1986) e Simon *et al* (1994).

De acordo com as condições de fossilização a decomposição pode variar. Lima (1978) observou que fatores químicos como o pH podem acelerar ou retardar a decomposição; Briggs (1995) e Glover & Kidwell (1993) também concluíram que esse fator pode atuar na suscetibilidade da desarticulação, dissolução e desintegração.

Cada orictocenose (assembléia fóssil) apresenta algumas características próprias, o que torna a sua simulação tafonômica específica, pois, até mesmo o tempo necessário para que as partes de um organismo se desarticulem é variável,

bem como a sua sequência de desarticulação, como demonstrou Plotnick (1986) para camarões atuais e Mendes (1998) para as baratas. Portanto, a velocidade da decomposição passa a ser um fator crítico na preservação dos fósseis. Ambientes que inibem a decomposição aumentam o seu potencial de preservação (Brett & Baird, 1996). Essa velocidade sob diferentes condições pode variar, como por exemplo, a ausência de oxigênio, que foi testada experimentalmente por Plotnick (1986), com o camarão *Pandalus* sp., e Allison (1988), com o poliqueta *Nereis* sp e os crustáceos *Nephorops* sp. e *Palaemon* sp.

Allison (1988) concluiu que a natureza química do organismo também influencia a decomposição, pois, experimentos com o poliqueta *Nereis* sp. mostraram que essa observação foi significativamente menor quando o oxigênio estava completamente ausente no início da decomposição. O mesmo não acontece com o camarão *Palaemon* sp., em que foi comprovado que o oxigênio não teve influência no começo do processo de decomposição. Esse contraste no resultado é provavelmente reflexo da constituição química do exoesqueleto do poliqueta e do camarão.

2.1.2 Tafonomia do Membro Crato, Formação Santana, Bacia do Araripe

Os fósseis do Membro do Crato (incluindo folhas, flores, insetos, peixes e até aves) apresentam uma característica comum: todos foram sepultados em um mesmo ambiente (Figura 1). Segundo Beurlen (1971) esse ambiente (armadilha) é interpretado como sendo um lago ou sistema de lagos, pois, de acordo com Martins-Neto (1990) a presença de dípteros simulídeos e tricópteros indicam que as águas deveriam ser muito oxigenadas, já os belostomatídeos habitam águas estagnadas, logo, esses grupos não são encontrados juntos, o que corrobora a idéia de que houve momentos em que corpos de águas estagnadas (charcos) se misturavam com as oxigenadas. Como a orictocenose do Membro Crato possui tanto representantes aquáticos, quanto terrestres, em um mesmo nível

estratigráfico, mostra-se evidente um aporte de exemplares alóctones, alguns com vários graus de desarticulação, indicando um transporte até o sítio deposicional.

O Lago Araripe (Membro Crato) provavelmente seria de água doce, sem marcas de ondas ou correntes, caracterizando um ambiente calmo. Isto pode ser confirmado, pelo fato de até agora todas as amostras observadas de exemplares intactos não apresentarem qualquer padrão de orientação. Segundo Mendes (1998), estruturas bastante frágeis como antenas, stylus ou até mesmo baratas com a ooteca ainda aderida ao abdome podem ser encontradas.

Segundo Martins-Neto (1990), os elcanídeos do Membro Crato que se encontram em posição post mortem, ou seja, com as asas em posição de repouso, já teriam chegado mortos ao local de fossilização e que eles não se debateram no corpo d'água. Mendes (1998) concluiu que o mesmo não ocorreu com as baratas, pois, em simulação tafonômica, as baratas que se encontravam com as asas abertas caíram na água ainda vivas. Quanto ao soterramento, esse autor, discorda de Martins-Neto (1990) concluindo que o soterramento deve ter sido rápido, ou seja, em menos de 48 horas, pois, a partir desse momento, as baratas começam a se deformar devido à liberação de gases da decomposição interna e até o momento, não foi encontrado nenhum fóssil de barata com essa evidência de decomposição.

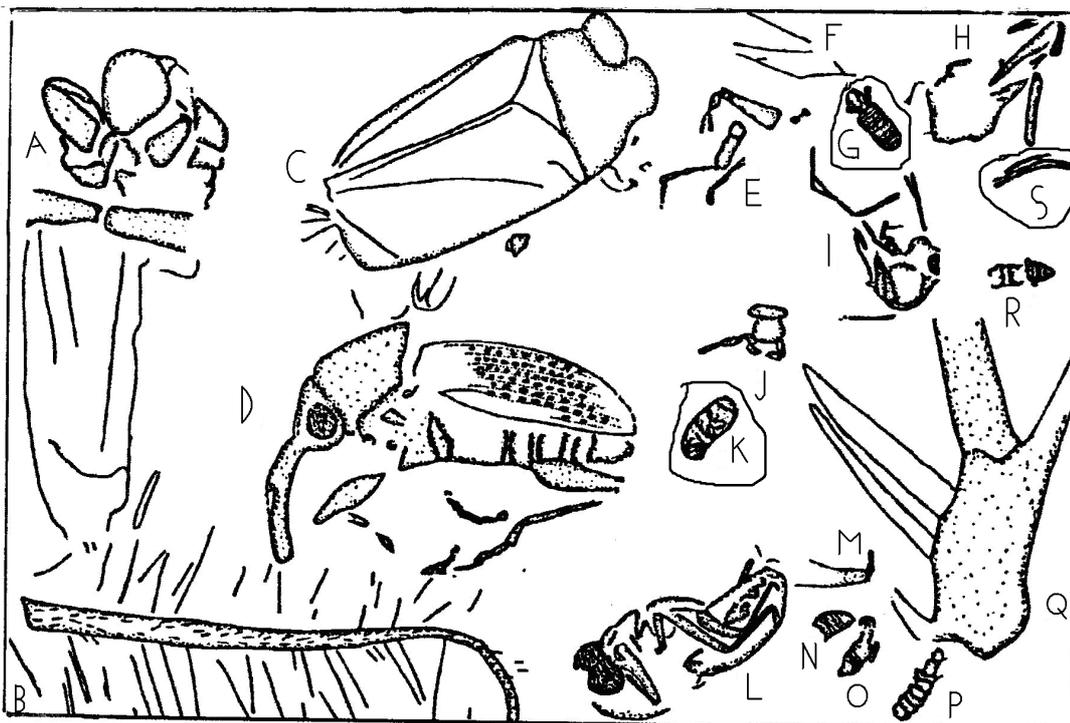


Figura 1 – Fragmentos de calcário laminado (aprox. 10 x 10 cm), em que se encontram pelo menos oito ordens de insetos. A presença de formas aquáticas (larvas diversas) ao lado de formas terrestres sugere uma orictocenose (partindo-se do pressuposto que o sítio deposicional seria o mesmo ambiente de vida das formas aquáticas). Os taxa identificados são os que se seguem: a) Blattodea indet.; b) cf *Araripegryllus* sp., fragmento de cerco isolado (Ensifera); c) Auchenorrhyncha indet.; d) Curculionioidea (Coleoptera) gen. et sp. nov.; e) Belostomatidae indet.; (Hemiptera), fragmento do membro anterior; f) Auchenorrhyncha indet., fragmento de tégmina; g) Coleoptera indet., larva; h) cf *Fennahia* sp. (Auchenorrhyncha); i) Diptera indet.; j) peças bucais de Trichoptera indet.; k) larva indeterminada (Hemiptera?); l) Trichoptera indet.; m) membro anterior de Belostomatidae indet.; n, o, p e r) larvas indeterminadas (Coleoptera); q) fragmento distal da tíbia posterior de Caelifera indet.; s) membros isolados de Opilionoidea (Arachnida) (Segundo Martins-Neto, 1990). Modificado de Mendes 2002.

Fonte: Mendes, M. 2002

De acordo com as condições sedimentológicas, Berthou (1990) atribuiu ao Membro Crato, como sendo um ambiente lacustre, calmo e de clima quente. Henriques *et al.* (1998) estudando o estado de conservação dos fósseis do *Dastilbe* sp. (peixe actinoptérigeo) concluiu que a laminação do tipo varavar sem bioturbação se desenvolveu em condições de anoxia, o que impediria a instalação de comunidades bentônicas. Esse estudo permitiu reconhecer três associações tafonômicas, cuja interpretação possibilitou contribuir para a caracterização das condições paleoambientais que determinaram a deposição dos sedimentos que constitui a unidade. Os esqueletos de *Dastilbe* sp. se encontram completos e não foram registradas desarticulações das partes constituintes.

Associação A

Apenas ocorreu fossilização das partes duras, encontradas no calcário micrítico branco com pseudomorfose de halite. Esqueletos encontrados em posição ondulados, devido à natureza diagenética, resultado do crescimento dos cristais de halite que deforma a disposição linear original. Não houve atividade de necrófagos, pois, não existem indícios de bioturbação. O processo de fossilização desses indivíduos ocorreu nas seguintes fases: deposição sobre a superfície de interface sedimento-água e decomposição total das partes moles. Após o sepultamento, ocorreu a substituição do material fosfatado do esqueleto por óxido de ferro.

Associação B

Registrados no calcário micrítico róseo. Fossilizaram-se as partes duras, mas em muitos casos reconhece-se o contorno do corpo. Esqueletos dispostos aleatoriamente. O processo de fossilização ocorreu sobre a superfície de interface sedimento-água e decomposição parcial das partes moles durante ou depois do enterro. Na diagênese houve substituição do material fosfatado do esqueleto por óxido de ferro.

Associação C

Indivíduos no calcário micrítico alaranjado, muito rico em fragmentos de algas. Partes duras fossilizadas e, em alguns casos reconhece-se o contorno do corpo. A fossilização ocorreu numa deposição sobre a superfície de interface sedimento-água e houve decomposição parcial das partes moles. Na diagênese, o material fosfatado dos esqueletos foi substituído por óxido de ferro seguido de intensa oxidação.

2.1.3 Tafonomia experimental aplicada ao Membro do Crato

Aproximadamente 60% dos fósseis de baratas observados encontram-se de asas abertas. De acordo com Mendes (1998), essas baratas caíram vivas na lâmina de água. Para uma barata cair viva em um corpo d'água, o autor contou como evento catastrófico: o envenenamento do ar (nuvem de amônia) como provável fator perturbador, este iria “desalojar” as baratas de seus refúgios e elas acabariam caindo na armadilha (lâmina de água) de asas abertas e morreriam afogadas.

Com o objetivo de verificar o tempo máximo de permanência das baratas na água (antes da desarticulação), Mendes (1998) reproduziu as condições semelhantes ao lago Crato. Segundo este autor, as alterações morfológicas nos espécimes de baratas ocorreram de acordo com os dias após a morte. As conclusões que o autor chegou foram (Figura 2):

- as baratas que são encontradas com as asas abertas provavelmente caíram vivas na lâmina d'água e morreram afogadas;
- o tempo máximo que as baratas teriam ficado no corpo d'água foi de 48 horas e após esse tempo o abdome se deformou devido a produção de gases de decomposição e isso não se verifica nos fósseis;
- a ordem cronológica de desarticulação das baratas é:

antenas

pernas

abdômen

tégmina (asas)

pronoto

- a produção de gases no abdômen não provocou a abertura das asas;
- uma nuvem tóxica de NH_3 poderia ter “afugentado” os animais e esses teriam caído no lago. Essa hipótese é reforçada pela presença de fósseis de pterossauros no mesmo nível das baratas;

- a associação de baratas com algas e/ou carcaças de peixe em decomposição não interfere no tempo e na sequência da desarticulação.

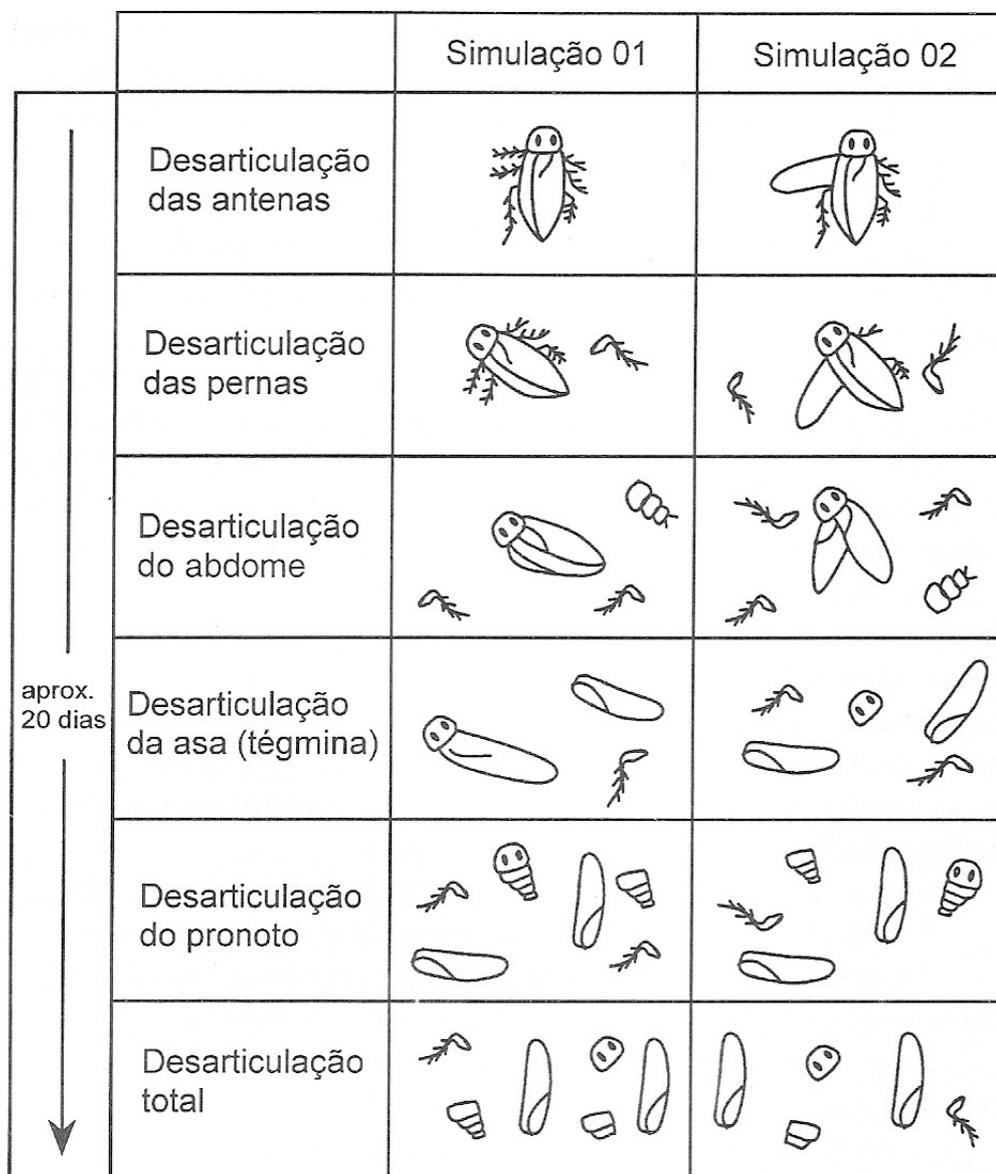


Figura 2 – Sequência de desarticulação em baratas.
Fonte: Holz & Simões (2002)

2.1.4 Tipos de fossilização

O método de preservação de um organismo se deve a diferença básica na sua organização, além dos processos geológicos envolvidos. Segundo Schopf (1975), quatro tipos de fossilização geralmente podem ser distinguidos:

a) **permineralização celular (petrificação)** - Neste tipo de fossilização preservam-se detalhes anatômicos e ocasionalmente alguma estrutura celular, isso se deve a infiltração e substituição do tecido por um mineral;

b) **compressão carbonificada** - Os fósseis assim preservados se caracterizam pela sua cor escura (as substâncias orgânicas tornam-se carbono) devido ao ambiente anóxico no qual se desenvolveram;

c) **preservação autogênica (impressão)** - São réplicas formadas em superfícies durante a deposição ou muito antes na diagênese. O processo sempre resulta em preservação de estrutura originada em um sedimento fino.

d) **preservação de partes duras** - É caracterizada por restos esqueléticos predominantemente de animais que possuem partes originais resistentes a oxidação ou mudanças físicas.

A classificação do tipo de preservação do organismo permite identificar o processo (ou processos) responsável pelas mudanças nos restos de animais ou plantas.

Ainda de acordo com Schopf (1975) a preservação de partes duras é a mais comum, seguida de compressão carbonificada. A ocorrência de fósseis preservados por permineralização celular e preservação autogênica é usualmente restrito geograficamente, porém com relativa abundância.

Compressão carbonificada é o tipo de fossilização mais abundante encontrada na Bacia de Fonseca, e a única analisada nesse trabalho.

O ambiente e a composição química do organismo são um dos fatores analisados que podem indicar um dos tipos de fossilização

2.2 Insetos fósseis de Fonseca

Tabela 1 - Check List dos insetos da Bacia de Fonseca (COELHO, 2003)

ORDEM	FAMÍLIA	ESPECIE
Blattodea	Blattidae	<i>Fonsecablatta patricioi</i> Mendes & Pinto, 2001
Coleoptera	Apionidae (?)	Indeterminada Costa – Lima 1944 (microcoleoptero)
Coleoptera	Carabidae	<i>Fonsecacarabus placidus</i> Martins - Neto & Mendes, 2001
Coleoptera	Curculionidae	<i>Duartia pulchela</i> Martins – Neto, 2001
Homoptera	Cicadidae	<i>Fonscacicada mineira</i> Martins - Neto & Mendes, 2002
Hymenoptera	Formicidae	<i>Fonsecahymem stigmata</i> Martins - Neto & Mendes, 2002
Isoptera	Mastotermitidae	<i>Spargotermes costalimai</i> Emerson, 1965

2.3 Eoceno no contexto global

Na escala geológica de tempo, o Eoceno é uma Época do Período Terciário (Paleogeno + Neogeno) da Era Cenozóica (do grego: Kainos= recente; Zoikos= vida).

Este período geológico teve destaque devido à gênese de todas as montanhas que modificou o relevo continental, gerou novas áreas de expansão para a biota e barreiras para a migração. O clima destas áreas, inicialmente com uma topografia baixa, começou a esfriar na proporção em que se levantavam. Essas modificações, junto com a deriva continental, mudando suas posições latitudinais, tiveram grande influência da distribuição da fauna e da flora e na extinção de vários grupos.

2.3.1 Era Cenozóica

A Era Cenozóica teve início entre 64,4 e 65 milhões de anos (m.a.) e abrange dois períodos. O mais antigo e que durou mais foi o Terciário, tendo 63 m.a. Já o Quaternário tem um tempo bem mais curto, com 1,6 a 2 m.a. e chega até o presente. Esta Era é conhecida como Era dos Mamíferos ou das Angiospermas, dependendo de o foco em animais ou plantas (Salgado-Labouriau *apud* Rocha, 2006).

A posição dos continentes no início desta Era tinha uma conformação muito parecida com a atual, exceto que a Austrália continuava ligada à Antártida, o Oceano Atlântico era mais estreito e os continentes do norte estavam ligados (Purves et al. *apud* Almeida, 2005). As altas montanhas que existem hoje foram formadas durante o Terciário devido ao movimento das Américas para o oeste. Dois exemplos são a Cordilheira dos Andes e as Montanhas Rochosas. Com a interrupção do istmo do Panamá, a América do Sul se separava da América do Norte, o que possibilitou a formação de fauna e flora bem distintas. Nos mares quentes surgem recifes, principalmente de algas (Brito *apud* Almeida, 2005).

Em comparação com o atual, nessa Era o clima era mais frio e seco, e no decorrer do tempo, a Austrália locomoveu-se para o norte, até atingir a posição atual. Muitas linhagens de angiospermas evoluíram para formas herbáceas, e as gramíneas espalharam-se sobre a Terra.

2.3.2 Período Terciário (Paleógeno + Neogeno)

Durante o Terciário, por causa da criação da litosfera, houve grande movimentação dos continentes, e a formação dos arcos-de-ilha, está bem explicada pela teoria da expansão do fundo oceânico. Arcos-de-ilha são formações dinâmicas e transitórias que, com o passar do tempo, tendem a desaparecer ou a se agregar a ilhas não vulcânicas ou a continentes.

Nesse período houve a formação de montanhas como os Andes e as Montanhas Rochosas. Ao mesmo tempo, as Américas se moviam para o oeste. O soerguimento andino começou do sul para o norte e a parte setentrional só se iniciou no plioceno. (Salgado-Labouriau *apud* Tavares, 2005).

A gênese de todas as montanhas modificou o relevo continental, gerou novas áreas de expansão para a biota e barreiras para a migração. O clima destas áreas, inicialmente com uma topografia baixa, começou a esfriar na proporção em que se levantavam. Essas modificações, junto com a deriva continental, mudando suas posições latitudinais, tiveram grande influência da distribuição da fauna e da flora e na extinção de vários grupos.

Segundo Salgado-Labouriau (1994):

“Devido ao esfriamento progressivo causado pela separação de Laurásia e Gondwana, esse período teve grandes mudanças climáticas. Ainda devido a fragmentação, ocorreu o isolamento de uns continentes e a fragmentação de outros. Esse fato ocasionou o surgimento de novos oceanos, bem como mudanças extremas no padrão de distribuição da fauna, flora, e das correntes marítimas. Estudos geofísicos das últimas décadas e estudos fossilíferos revelam que as mudanças climáticas foram grandes e distintas em cada continente que resultou da fragmentação de Pangea.”

Salgado-Labouriau (*op. cit.*) ainda fala que:

“A fauna e a flora, que se apresentam como megafósseis e provenientes do Mesozóico, no Período Paleogeno, começam a desaparecer. As angiospermas e os mamíferos, que surgiram no Mesozóico, foram se especializando e ocuparam o nicho deixado pela grande extinção do Cretáceo.”

Segundo Almeida (2005), os fenômenos mais importantes do Terciário brasileiro, foram as cepas de intemperismo, peneplanização em diversos níveis e cortes efusivos mais ou menos intensos. As bacias isoladas de idade terciária mais importante do ponto de vista paleontológico são as de Itaboraí (RJ), Taubaté (SP), Gandarela e Fonseca (MG).

O Terciário foi marcado pela predominância de mamíferos, angiospermas e insetos nos continentes, e por uma fauna marinha muito mais semelhante à atual. A maioria das famílias dos insetos atuais parece ter se diversificado nesse período.

2.3.3 Época Eoceno

O Eoceno teve início há aproximadamente 53 m.a. e teve uma duração de cerca de 17 m.a.. Nessa Época, a América do Norte começou a se separar de forma permanente da Europa. Grandes mudanças climáticas são desencadeadas devido à chegada do Atlântico Norte ao Oceano Ártico. Esse ocorrido alterou a temperatura do Atlântico bem como a ecologia dos organismos marinhos (Figura 3).

Durante o Eoceno Superior, a América do Sul e a África estavam separados por um mar de 1400 km. Alguns autores pensam na existência de um caminho através da Antártida, entre a América do Sul e a Austrália, para a migração de organismos de clima temperado frio. Segundo Graham e Meyerhoff *apud* Salgado-Labouriau (1994) nessa época Cuba e a península de Yucatán estavam ligadas por uma ponte de terra contínua. Essa informação tem como base um achado de pólen fóssil nas ilhas do Caribe que pertence a espécies temperadas do norte. A Índia estava bem conectada à Ásia e a América do Norte, que se separa da Europa, segue para o oeste (Scatler & Tapscott *apud* Salgado-Labouriau, 1994).

No Eoceno Inferior as Euforbiaceae, Oenotheraceae (*Epilobium*), Cheopodiaceae, Gramineae e os gêneros *Caryocar*, *Alchornea*, *Caesalpinia*, *Nyssa*, e outros surgem. O registro das Gramineae começa a partir daí, porém elas só se diversificam posteriormente. Durante o Pleistoceno elas alcançam quase todos os continentes e ilhas e passam a ser o elemento mais importante de muitos ecossistemas.

Na Inglaterra são encontrados microfósseis (sementes e frutos) e pólen de flora tropical, o que revela um clima muito mais quente que o atual.

No Eoceno Superior ocorre a origem de novas plantas com flores, entre elas as Malpighiaceae (gênero *Rhizophora*). A ocorrência de pólen fóssil dos gêneros *Rhizophora* (mangue), *Nipa* (vinda desde o Cretáceo) e *Brownlowia* (Tiliácea vinda do Paleoceno), todos juntos nos estuários do Eoceno Superior, há

uns 40 m.a., indica o início do ecossistema de Manguezal (ou mangue) (Salgado-Labouriau, 1994).

O Eoceno é palco do surgimento de um novo táxon, os cetáceos. Esses animais surgem e vão ocupar o lugar que era dos ictiossauros e dos plesiossauros, pois eles desapareceram um pouco antes ou no final do Cretáceo.

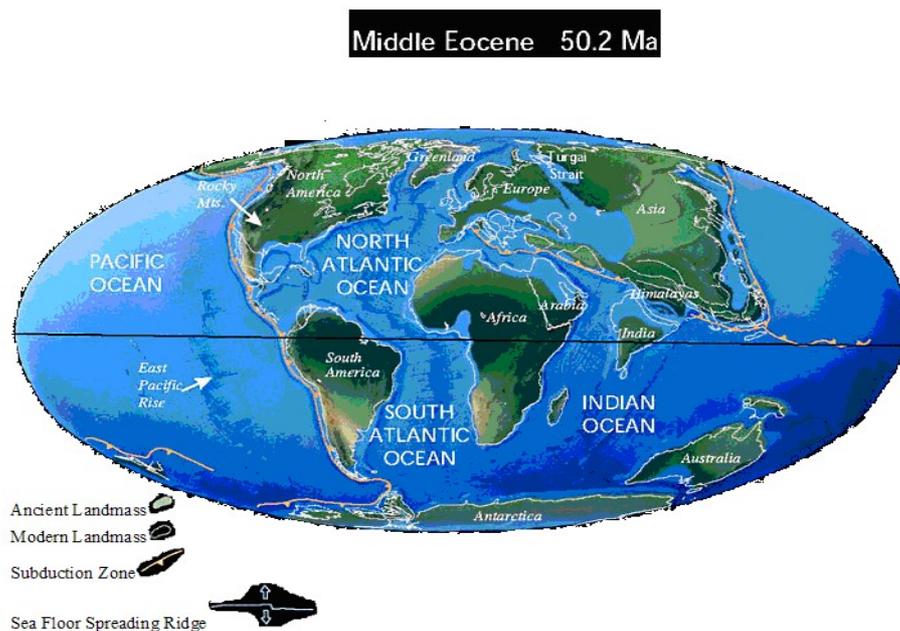


Figura 3 – Conformação da Terra no Eoceno

Fonte: <<http://www.scotese.com/newpage9.htm>>

3. OBJETIVO

Este trabalho teve por objetivo propor um modelo tafonômico para a Bacia de Fonseca (MG) a partir da análise paleoentomológica levando em consideração os aspectos morfológicos, tipos de fossilização e categorias taxonômicas.

4. METODOLOGIA

4.1 Bacia de Fonseca

O local de fossilização das amostras foi a Bacia de Fonseca (MG), situada na porção centro-leste do estado de Minas Gerais. Este é um bom exemplo de terreno do terciário brasileiro.

4.1.1 Localização e descrição da bacia

A Bacia de Fonseca representa um exemplo de sedimentos terciários no Brasil e localiza-se no extremo leste do Quadrilátero Ferrífero, na porção centro-leste do estado de Minas Gerais, próximo à vila de Fonseca, município de Alvinópolis, situando-se a leste da Serra do Caraça nas coordenadas 20°10'S e 43°20'W (Sant'anna & Schorscher *apud* Mello, Sant'Anna e Bergqvist, 2000).

O acesso à área pode ser feito a partir da cidade de Santa Bárbara, distante 107 km de Belo Horizonte, pela rodovia MG-326, não pavimentada, rumo a Catas Altas e Santa Rita Durão. A circulação na área só é feita por estradas secundárias, não pavimentadas, sendo as principais aquelas que ligam Catas Altas a Fonseca e Catas Altas a Santa Rita Durão, ambas situadas respectivamente, nos limites norte e oeste da área.

A Bacia de Fonseca contém depósitos de “canga” (conglomerados ferruginosos), linhito e sedimentos fossilíferos. O primeiro estudo da bacia foi efetuado por Gorceix, que descreveu a “canga”, os depósitos sedimentares da bacia e alguns de seus fósseis. Ele também abordou a litologia e o conteúdo fossilífero da bacia atribuindo-lhe origem lacustre e reconhecendo sua idade como terciária (Mello, Sant'Anna e Bergqvist, *op. cit.*).

Maxwel *apud* Mello, Sant'Anna & Bergqvist (2000), definiu e descreveu para essa área, que fica próxima à vila de Fonseca, a seção-tipo. Segundo este autor, esta unidade compreenderia 86 m de espessura de sedimentos argilo-arenosos de origem flúvio-lacustres, recobertos por depósitos rudáceos

ferruginosos (“canga”) que são interpretados como remanescentes da sedimentação na borda da bacia. O mesmo autor apresentou o primeiro mapa geológico da bacia de Fonseca, seus depósitos ocupam uma área com de, aproximadamente, 35 km². Em recente revisão estratigráfica da bacia, Sant’Anna (1994) e Sant’Anna & Schorscher (1997) individualizaram duas unidades estratigráficas distintas: a Formação Fonseca e a Formação Chapada de Canga (figura 4).

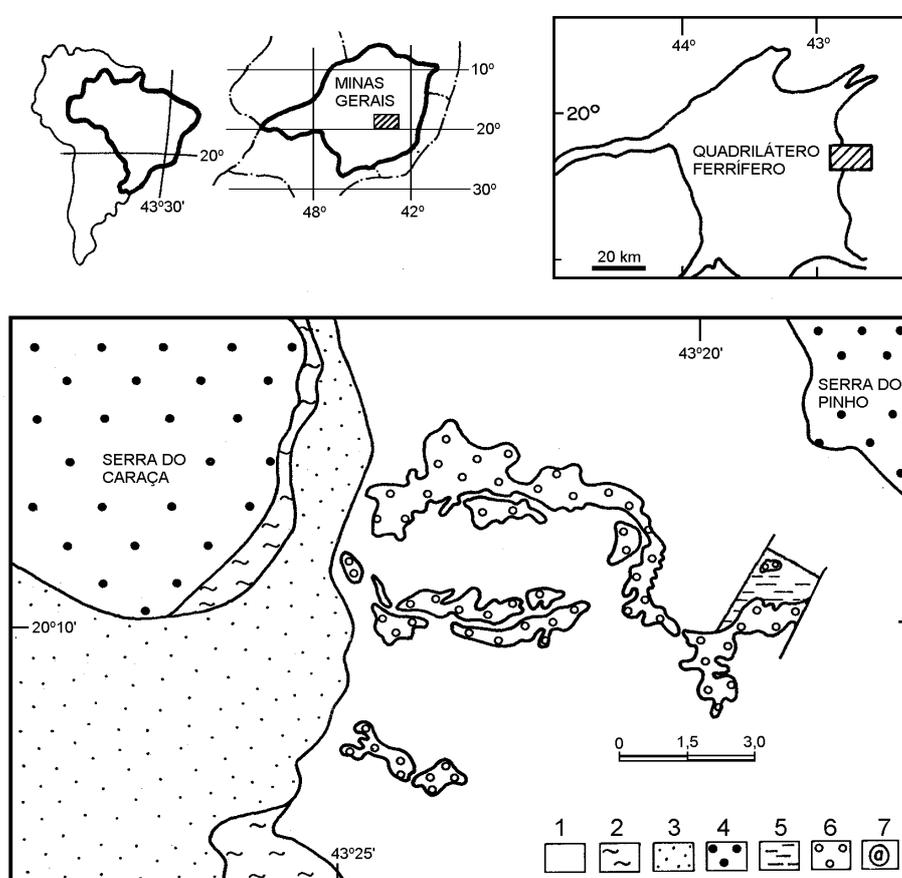


Figura 4 - Localização da bacia de Fonseca no contexto geológico regional do Quadrilátero Ferrífero e geologia da região da bacia de Fonseca: 1- Associação TTG, 2- Supergrupo Rio das Velhas, 3- Supergrupo Minas, 4- Supergrupo Espinhaço, 5- Formação Fonseca, 6- Formação Chapada de Canga. Modificado de Sant’Anna & Schorscher (1997).

Fonte: Mello et al. (2000)

4.1.2 Descrição do sítio

A bacia de Fonseca está assentada sobre rochas arqueanas do Quadrilátero Ferrífero, pertencentes à Associação TTG (Tonalito-Thronbjemito-Granodiorito) do Complexo Regional de Rochas sensu lato Graníticas (Schorscher *apud* Mello, Sant'Anna & Bergqvist 2000) e ao Supergrupo Rio das Velhas (Schorscher, *op. cit.*). Unidades metassedimentares proterozóicas, quartzito-itabiríticas do Supergrupo Minas e quartzíticas do Supergrupo Espinhaço, constituem as serranias que delimitam a área (Schorscher, 1980; Luchesi, 1991; Davies, 1993). (Mello, Sant'Anna & Bergqvist, 2000)

Os litotipos mais importantes do ponto de vista do reconhecimento desta bacia como sítio geológico e paleontológico brasileiro referem-se à Formação Fonseca, conforme recentemente redefinida por Sant'Anna & Schorscher (1997), correspondendo a sedimentos arenosos, argilo-arenosos, por vezes fossilíferos e papiráceos, e argilosos. A seção colunar mais representativa é mostrada na Figura 5.

Os depósitos dessa Formação documentam um sistema fluvial meandrante, de idade terciária, desenvolvida sobre o embasamento regional pré-cambriano, durante um intervalo de relativa quietude tectônica, provavelmente sob clima úmido (Sant'Anna & Schorscher *apud* Mello, Sant'Anna & Bergqvist *op. cit.*). “Neste ambiente de sedimentação, depositaram-se os sedimentos arenosos, argilo-arenosos e argilosos, tendo caráter geral granodecrescente ascendente”. (Mello, Sant'Anna & Bergqvist *op. cit.*).

Segundo Mello, Sant'Anna & Bergqvist 2000:

“Os sedimentos argilo-arenosos são, por vezes, fossilíferos e papiráceos, tendo se formado em meandros abandonados, onde a baixa taxa de sedimentação permitiu a preservação de microfósseis. Argilitos laminados, ricos em matéria orgânica, e arenitos com abundantes detritos orgânicos fósseis (fragmentos de caules e folhas) são típicos dos depósitos da Formação Fonseca. A laminação

plano-paralela é a estrutura sedimentar predominante nesta formação, estando bem desenvolvida nos sedimentos argilo-arenosos e argilosos. Estruturas de escorregamento (dobras convolutas, atectônicas) e feições de bioturbação são localmente encontradas nos argilitos. Os arenitos exibem estratificações cruzadas tabulares de baixo ângulo quando presentes na parte basal das exposições, tornado-se maciços nas posições intermediárias. A base da unidade não está aflorante, sendo 20m a espessura máxima observada nos afloramentos atuais”.

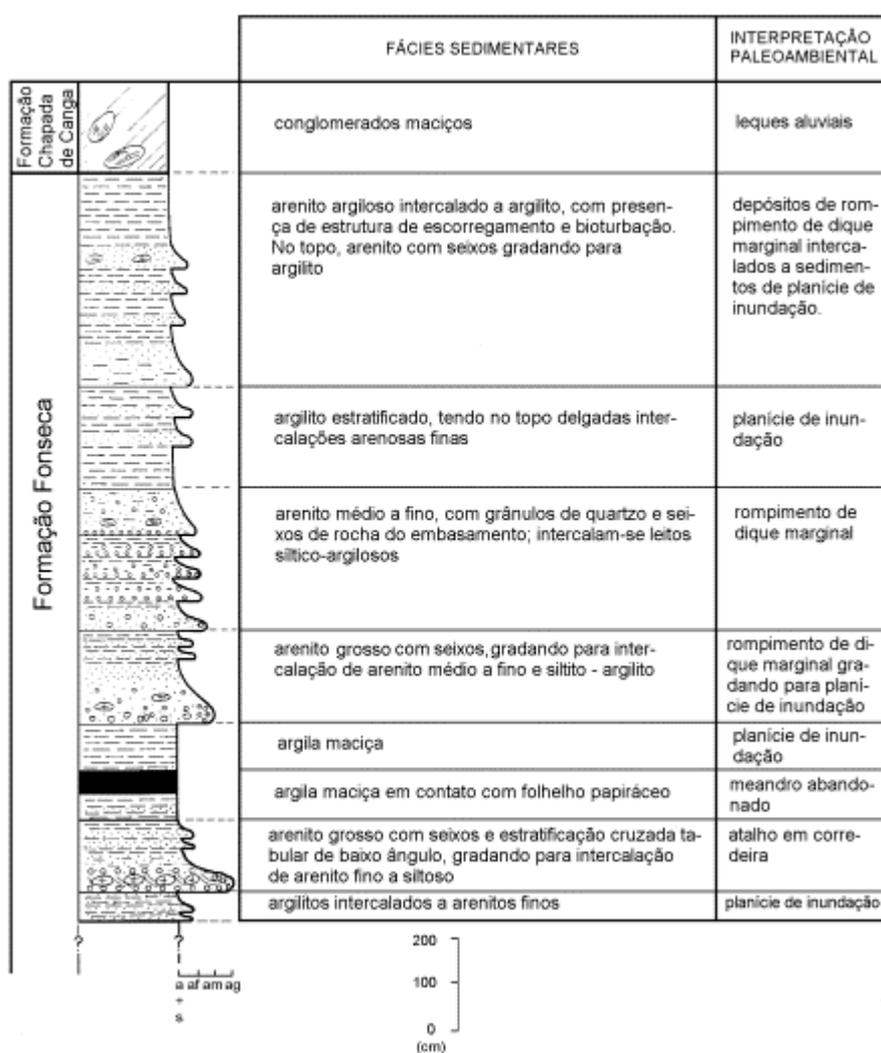


Figura 5 - Seção-tipo da Formação Fonseca. Modificado de Sant'Anna & Schorscher (1997) apud Mello, Bergqvist e Sant'Anna (2000).

Fonte: Mello et al. (2000)

4.1.3 Formação da Bacia

A composição quartzosa dos arenitos e caulinitica (caulinitas detríticas) dos argilitos se deu, principalmente, pela presença de rochas *sensu lato* graníticas da Associação TTG, esta fazendo parte das unidades arqueanas do Quadrilátero Ferrífero, que foram as principais áreas-fonte. Subordinadamente, há, na formação de sedimentos, rochas máfica-ultramáficas do Supergrupo Rio das Velhas (Mello, Sant'Anna & Bergqvist, 2000).

A atuação da diagênese na Formação Fonseca permitiu a compactação dos sedimentos, especialmente dos folhelhos papiráceos, e a geração de caulinitas neoformadas com textura de “livro” (face-to-face texture) (Mello, Sant'Anna & Bergqvist *op. cit.*). O intemperismo atual, além de erodir os depósitos da Formação Fonseca e alterar os minerais preexistentes, tem promovido a formação de caulinitas com textura vermiforme (wormlike texture) (Mello, Sant'Anna & Bergqvist *op. cit.*).

Mello, Sant'Anna & Bergqvist (2000), Sommer & Lima consideram a Formação Fonseca como sendo de idade miocênica com base em dados paleobotânicos. Já Lima & Salard – Cheboldaev (1981), com base em estudos palinológicos, dataram-na como eocênica.

Os sedimentos da Formação Fonseca e as rochas do embasamento pré-cambriano encontram-se recobertos por depósitos conglomeráticos ferruginosos, originalmente denominados de “canga” por Gorceix (Mello, Sant'Anna & Bergqvist *op. cit.*). Cor marrom a preta, apresentando seixos e calhaus de subarredondados a angulosos de itabirito, quartzito e quartzo, além de argila ferruginosa intersticial são características destes depósitos que ocorrem como corpos tabulares de espessuras métricas, compostos por ortoconglomerados oligomíticos.

Sant'Anna & Schorscher *apud* Mello, Sant'Anna & Bergqvist (2000), definiram estes depósitos como Formação Chapada de Canga, dissociando-os da evolução geológica da bacia de Fonseca. Maxwell (1972), havia posicionado tais depósitos no topo da seção-tipo, em quanto Sant'Anna & Schorscher divergem (Mello,

Sant'Anna & Bergqvist *op. cit.*). Para estes autores, a Formação Chapada de Canga representa um sistema de leques aluviais associados lateralmente a planícies de rios entrelaçados, sob influência tectônica e condições semi-áridas, tendo como área-fonte as rochas ferríferas e carbonáticas do Grupo Itabira, Supergrupo Minas.

4.2 Coleta e Análise:

A estratégia de coleta realizada depende de alguns fatores, como a natureza do estudo, da qualidade e natureza dos fósseis e do(s) tipo(s) de preservação do(s) fóssil(eis) (Carvalho, 2004). Independente do material coletado, deve-se anotar a orientação azimutal (orientação com base nos eixos cartográficos), assim como o topo e a base do material. Há preferência em coletar blocos de fósseis do que peças isoladas, pois em peças isoladas existe mais chances de ocorrer perda de informações (Carvalho, 2004).

O material estudado é composto de amostras provenientes da Bacia de Fonseca, Eoceno de Minas Gerais, e encontra-se depositadas no Museu de História Natural e atual Museu de Artes Assis Chateaubriand. A coleta foi realizada pelo Prof. Márcio Mendes da UEPB, no período de 2003 a 2007.

A primeira tarefa realizada foi separar os insetos dos não-insetos, utilizando-se o método comparativo. Em seguida os insetos foram classificados como articulados ou desarticulados. No exame dos insetos articulados, separou-se os que se apresentavam de asas abertas, daqueles que estavam de asas fechadas. Também foram separadas as amostras que continham um só fragmento do mesmo fóssil, daquelas que apresentavam dois. Todos os insetos encontrados foram classificados segundo a ordem taxonômica. Como registro, foram feitas fotografias, que foram cedidas pelo Prof. Márcio Mendes das amostras analisadas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da seleção está apresentado na tabela 2, relacionando 48 exemplares de insetos, todos dispostos com o seu número de registre, conforme livro tomo, a ordem, às asas e com relação ao corpo. Dos elementos examinados, 12 não puderam ter a ordem identificada, e em outros 5 (cinco) a identificação é duvidosa.

Tabela 2 – Insetos fósseis analisados da Bacia de Fonseca.

Nº DE REGISTRO	ORDEM	ASAS	CORPO
687.a e .b	Hemiptera	Aberta	Articulado
671	Hemiptera	Fechada	Articulado
670	Hemiptera	Fechada	Articulado
661.a e .b	Coleoptera	Fechada	Articulado
794.a e .b	Siphonaptera	Fechada	Articulado
657	Blattodea?/Coleoptera?	Fechada	Articulado
684	?	Fechada	Articulado
615	Hymenoptera	Fechada	Articulado
833	Diptera	?	Desarticulado
708	?	?	Desarticulado
691	?	Aberta	Articulado
759	?	?	Desarticulado
704.a e .b	?	?	Desarticulado
859	Lepidoptera	Aberta	Desarticulado
726	?	?	Desarticulado
663.a e .b	?	Fechada	Articulado
855	Coleoptera	Fechada	Articulado
858	?	Fechada	?
644	?	Fechada	?
737.a e .b	?	?	Desarticulado
709.a e .b	?	Isolada	Desarticulado
799.a	Coleoptera?	Fechada	Articulado
674	Coleoptera?	Fechada	Articulado
629.b	Coleoptera?	Fechada	Articulado

Nº DE REGISTRO	ORDEM	ASAS	CORPO
822.a e .b	(Hymenoptera?)	Fechada	Articulado
612.a e .b	(Hymenoptera?)	Aberta	Fragmento
8225.b	Isoptera	Aberta	Fragmento
576	Heteroptera	Fechada	Articulado
659.b	Odonata	Aberta	Articulado
658.a e .b	Hymenoptera	Aberta	Articulado

678	?	?	Desarticulado
714.a	Hymenoptera	Aberta	Desarticulado
580	Hymenoptera	Não visível	Desarticulado
630	Hymenoptera	Isolada	Desarticulado
575	Hymenoptera	Não visível	Desarticulado
825.a e .b	Isoptera + Hymenoptera	Isolada	Desarticulado
818.a e .b	Hymenoptera+Heteroptera	Aberta	Desarticulado
611	Isoptera	Aberta	Desarticulado
809	Heteroptera	Não visível	Desarticulado
735.a	Hymenoptera	Aberta	Desarticulado
808	Coleoptera	Fechada	Articulado
610	Isoptera	Isolada	Desarticulado
718	Isoptera	Aberta	Articulado
622	Isoptera	Aberta	Articulado
659	Isoptera	Aberta	Desarticulado
638	Isoptera	Aberta	Articulado
826	Isoptera	Aberta	Articulado
613	Isoptera	Fechada	Articulado

Insetos de formas bem delicadas e em posição de asas abertas, segundo Mendes (1998), indicam uma alta probabilidade de eles terem caído ainda vivos num corpo de água, sendo, portanto, alóctone (composta por espécimes transportados para fora de seu habitat de vida), e que o tempo de soterramento foi mais rápido que o tempo de desarticulação. O tempo máximo para baratas, no Membro Crato, é de 48 horas. Um soterramento rápido, em termos geológicos, só pode ser obtido por um evento catastrófico, como uma enchente ou uma corrente de turbidez, por exemplo. Porém, exemplares representados apenas pela asa podem indicar algum tipo de transporte ou mesmo um tempo maior de exposição no corpo de água, em nosso trabalho este caso está registrado nas Figuras 6, 7 e 8.

Pelo exposto anteriormente, pode-se inferir que uma grande quantidade de paleoinsetos possivelmente caiu na água ainda vivo, pelo fato de se apresentarem de asas abertas, como mostram as Figuras 9, 12 e 17. Os poucos insetos desarticulados indicam que muito provavelmente esses estavam mortos e foram arrastados para dentro do lago.

Com relação aos insetos de asas fechadas, isso indica que eles provavelmente já estavam mortos quando chegaram ao sítio deposicional. Por não apresentar desarticulação, a probabilidade é muito grande que sejam insetos

locais ou que o tempo de permanência na água não tenha levado a desarticulação (Figuras 10 e 11).

O estudo da preservação desses fósseis (dissociados e fragmentados) sugere à primeira vista, um longo transporte dessa tanatocenose. Comumente, os graus de desarticulação, abrasão e fragmentação dos fósseis estão associados à natureza e distância do transporte para o ambiente de sedimentação, mas a aplicação rígida desse princípio pode mascarar outros processos, já verificados na literatura, como a compactação do sedimento, predação e mais recentemente, desarticulação natural das formas (Allison, 1986).

A Assembléia da Formação Fonseca apresenta tanto insetos muito bem preservados (com asas abertas, como na Figura 13) quanto fragmentados (identificados nas Figuras 9, 14 e 15). Isso reforça a idéia de um episódio catastrófico na sedimentação. Na paleoflora é possível observar em uma mesma assembléia, folhas compostas, preservadas ainda com seus folíolos, bem como fragmentos de troncos e restos vegetais.

Quanto ao corpo de água em que foram sepultados os insetos de Fonseca, existe uma semelhança com a Formação Tremembé, que segundo Martins-Neto (1989), analisando os Heteroptera obteve dados adicionais sobre suas paleocorrentes. Martins - Neto (*op. cit.*) analisou 44 heterópteros fossilizados, contidos em uma amostra de folhelho pirobetuminoso, que demonstraram uma disposição caótica no sentido das correntes, sugerindo assim, a inexistência dessas, o que seria de se esperar, pois o folhelho Tremembé possui características bastante redutoras. A Formação Fonseca apresenta uma fauna de insetos de corpo mole sugerindo que os espécimes foram depositados sob condições muito tranquila e anaeróbicas.

Stokes (1978), analisando os fósseis da Formação Green River (Eoceno Inferior do Colorado, Utah e Wyoming, EUA), lacustrina, verificou a presença dos elementos indígenas e transportados, entre eles: insetos, folhas de gimnospermas e angiospermas, e penas de aves, dentre outros elementos. Com isso, ele concluiu que os ventos fortes teriam trazido esses espécimes até o local de sedimentação e fossilização, não excluindo, de qualquer forma, a ação da água e o fato de a deposição final ter sido efetivamente em sedimentos lacustrinos e,

portanto, qualquer que fosse a reconstrução da linha da costa teria de estar há muitos quilômetros dos sítios deposicionais. Para isto, Stokes (*op. cit.*) usou como evidência, a ação eólica no transporte dos elementos exóticos ao sítio deposicional, os seguintes fatores: a) folhas e restos vegetais são muito raros às vezes percorrendo dezenas de metros até localizar-se; b) os insetos, em sua maioria, adultos, estão frequentemente com asas abertas, indicando que provavelmente chegaram vivos ao corpo de água.

Em uma aproximação, este modelo pode ser usado para a Formação Fonseca, que exhibe os mesmos tipos de fósseis e distâncias semelhantes à linha da costa.

Na Formação Fonseca a situação é a seguinte: a) os restos vegetais são mais frequentes em relação aos demais fósseis e b) os insetos que se encontram com as asas abertas provavelmente chegaram vivos ao sítio deposicional como ilustrado nas Figuras 13 e 16. Portanto, a ação de ventos pode ter sido real para a Formação Fonseca.

Silveira-Neto *et al.* (1976) comentam que a ação dos ventos em Hymenoptera, Homoptera e Blattaria é moderada e reduzida em Lepidoptera, que são muito resistentes à ação dos ventos, é baixa no que tange à dispersão, o mesmo pode ser esperado em relação ao transporte até o sítio deposicional, sugerindo que esses insetos deveriam estar relativamente próximos ao corpo de água, tendo chegado ao sítio deposicional pela ação de tempestades e enxurradas.



Figura 6 – 630: Asa de Hymenoptera isolada
Ampliada 1,5 X Autoria: Márcio Mendes

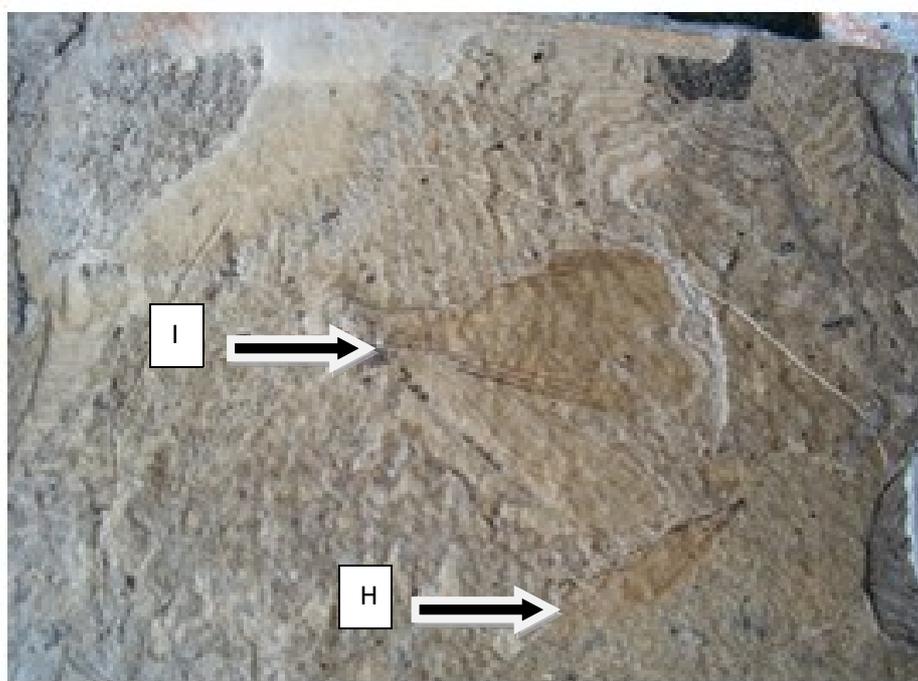


Figura 7 – 825a: Asas isoladas de Isoptera (I) e Hymenoptera(H)
Ampliada 2 X Autoria: Márcio Mendes



Figura 8 – 709a: Asa isolada de ordem não identificada
Ampliada 2X Aatoria: Márcio Mendes

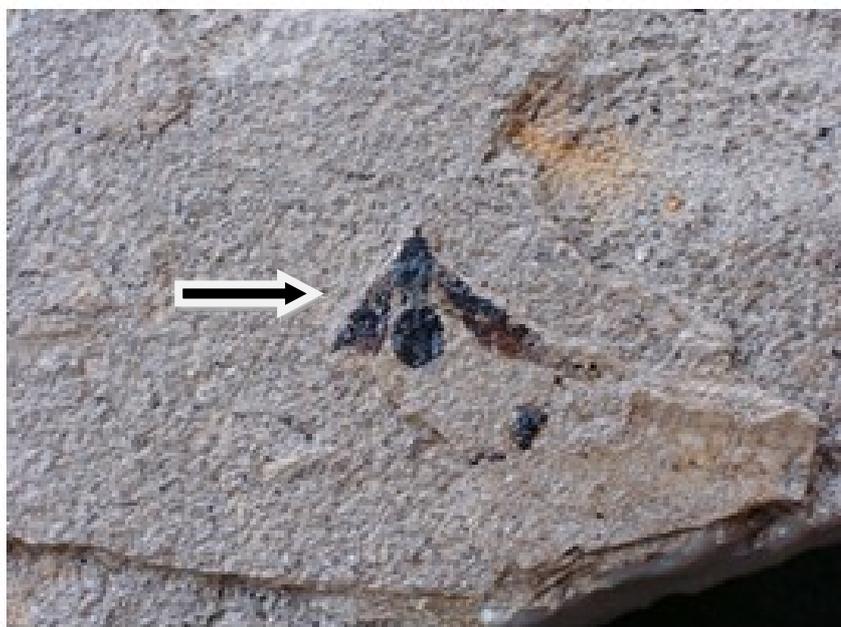


Figura 9 – 714a: Hymenoptera com asas abertas e corpo desarticulado
Ampliada 2x Aatoria: Márcio Mendes



Figura 10 – 661a: Coleoptera com asas fechadas e corpo articulado
Ampliada 1,5 X Autoria: Márcio Mendes



Figura 11 – 615: Hymenoptera com asas fechadas e corpo articulado
Ampliada 2X Autoria: Márcio Mendes



Figura 12 – 658a: Hymenoptera com asas abertas e corpo articulado
Ampliada 2X Aatoria: Márcio Mendes



Figura 13 – 808: Coleoptera com asas fechadas e corpo articulado
Ampliada 2,5 X Aatoria: Márcio Mendes



Figura 14 – 809: Heteroptera com asas não visíveis e corpo desarticulado
Ampliada 1,5 X Aatoria: Márcio Mendes



Figura 15 – 714a: Hymenoptera com asas abertas e corpo desarticulado
Fonte: Ampliada 2X Aatoria: Márcio Mendes

6. CONCLUSÃO

A maior parte dos fósseis estudados estava bem preservada, o que indica a fossilização em um ambiente calmo e de baixa energia.

A pequena porção de insetos desarticulados indica que muito provavelmente já estavam mortos e foram arrastados para dentro do lago. Exemplares representados apenas pela asa podem indicar algum tipo de transporte ou mesmo um tempo maior de exposição no corpo de água. Pode-se inferir que uma grande quantidade de paleoinsetos chegou vivos ao sítio deposicional, pelo fato de se apresentarem de asas abertas.

Os exemplares com asas fechadas e corpo articulado provavelmente são de representantes locais.

Um bom exemplo de ambiente de sedimentação que poderia representar a Bacia de Fonseca seria uma lagoa formada por um meandro abandonado com um fundo anóxico. Periodicamente haveria aporte de sedimento, por chuva ou inundação do rio meandrante que alimentaria o sistema com água e representantes da fauna e flora. Os dados obtidos nesse trabalho reforçam essa teoria.

REFERÊNCIAS

- ALLISON, P. A. Soft bodies animals in the fossil record: The role of decay in fragmentation during transport. **Geology**, v. 14, p. 979-981.1986.
- ALLISSON, P. A. The role of anoxia in the decay and mineralization of proteinaceous microfossils. **Paleobiology**, v. 14, p. 139-154. 1988.
- ALLISON, P. A. Variation in rate of decay and disarticulation os Echinodermata: Implications for the application of actualistic data. **Palaios**. v.5, p.432-440. 1990.
- ALLISON, P. A. & BRIGGS, D. E. G. Exceptional fossil record: stribution of soft-tissue preservation through the Phanerozoic. **Geology**. v.21, p. 527-530. 1993.
- BERTHOU, P, Y. Le bassin d'Araripe et lês petis bassins intracontinentaux voisins (N.E. Brasil): Formation et evolution dans le cadre de l'ouverture de L'Atlantique equatorial comparaison avec lês basins ouest-africans situésdans lê même contexte. In: Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste.I, Crato. 1990. **Atas...** Crato, DNPM, 113-134. 1990.
- BEURLEN, N. K. As condições ecológicas e fisiológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **38** (3-4): 455-464. 1971.
- BRETT, C. E. & BAIRD, G. C. Comparative taphonomy: A key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. **Palaios**, **1**: 201-227. 1986.
- BRIGGS, D. E. G. & KEAR, A. J. Fossilization of soft-tissue in the laboratory. **Science**, v.259, p.1439-1442.1993.
- BRIGGS, D. E. G. & KEAR, A. J. Decay and preservation of polychaetes: Taphonomic thresholds in soft-bodied organism. **Paleobiology**, v.19, p. 107-135.1993.
- BRIGGS, D. E. G. & KEAR, A. J. Decay of the lancet *Branchistoma lanceolatum* (Cephalochordata): Implications for the interpretation of soft-tissue preservation in conodonts and other primitive chordates. **Lethaia**, v.26, p.275-287,1994.
- BRIGGS, D. E. G. Experimental Taphonomy. **Palaios**, v.10, p.539-550.1995.
- COELHO, L. A. Resultados. Paleoentomofauna in Reconstituição paleoambiental da bacia de Fonseca, Minas Gerais, através da paleoentomoa fauna. Universidade Vale do Rio Doce, Governador Valadares, 2003. p.32

GLOVER, C. P. & KIDWELL, S. M. Influence of organic matrix on the post-mortem destruction of molluscan shells. **Journal of Geology**, v. 101p.729-747.1993.

HENRIQUES, M. H. P.; REIS, R. P. B. R.; FERNANDES, A. C. C. S.; SRIVASTAVA, N. K. & CARVALHO, I, S. Caracterização Tafonomica das Associações registradas de *Dastilbe* sp. do Membro Crato (Formação Santana; Bacia do Araripe – NE do Brasil; Cretáceo). In: Congresso Nacional de Geologia, 5, 1998, Lisboa, **Resumos Alargadaos**, Lisboa. **84** (1):201-205. 1998.

HOLZ, M. & SIMÕES, M. G.; Elementos fundamentais de tafonomia – Porto Alegre, RS: Ed. Universidade/UFRGS, 2002.

KIDWELL, S. M. & BAUMILLER, T. Experimental desintegration of regular echinoida: Roles of temperature, oxygen, and decay thresholds. **Paleobiology**, v.16, p.247-271, 1990.

LIMA, M. R.O paleoambiente deposicional da Formação Santana (Grupo Araripe) segundo evidências palinológicas In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 10, Recife, 1978, **Anais...**, Recife. SBG. v.2, p.970-974. 1978.

LIMA, R. O. & SALARD – CHEBOLDAEFF, M. Nota preliminar sobre o conteúdo polínico das Bacias Sedimentares de Gandarela e Fonseca (Terciário do estado de Minas Gerais, Brasil). SPECTRUM – J. Bras . Cie. V. 1(1). 1981.

MARTINS-NETO, R. G. Sistemática dos Ensíferas (Insecta, Orthopteroida) da Formação Santana (Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil). Universidade de São Paulo. **Dissertação de Mestrado**, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 267p. 1990.

MAXWELL, C.H. Geology and ore deposits of the Alegria District, Minas Gerais, Brasil. USGS Prof. Pap., 341-J, 72p. 1972.

MELLO, C. L.; SANT'ANNA, L. G.; BERGQVIST, L. P. Sítio Paleontológico de Fonseca, Minas Gerais (Vegetais Fósseis do Terciário Brasileiro). In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.2000. Publicado na Internet em 31/01/2000 no endereço. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio086/sitio086.htm>> Acessado em: 28/06/2010

MENDES, M. An Attempt at taphonomic simulation in Blattopteras from Araripe (Lower Cretacean) from NE of Brazil. In: AMBA/AM/PFICM98/1.99: 99-101.1998.

MENDES, M. Novas simulações tafonômicas de Blattodea do membro do Crato, formação Santana, bacia do Araripe, cretáceo inferior, nordeste do Brasil. Revista Universidade de Guarulhos. Ciências Exatas e Tecnológicas, Guarulhos, v. 5, n. 6, p. 25-35, 2000.

MENDES, M. Taxonomia e tafonomia de Blattodea do membro Crato, formação Santana, bacia do Araripe, Cretáceo Inferior, Nordeste do Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Cap. 3.2002.

PLOTINICK, R. E. Taphonomy of a modern shrimp: Implications for the arthropod fossil record. **Palaios**, v. 1, p.286-293. 1986.

ROCHA, C. A. Introdução. Eoceno: in *Fonsecaperreyia propinquus* Espécie novo (Hymenoptera, Symphita) da Bacia de Fonseca (Paleogeno/Eoceno) de Minas Gerais. Universidade Vale do Rio Doce, Governador Valadares-MG,. p.41 e 42. 2006.

SANT'ANNA, L.G. & SCHORSCHER, H.D. Estratigrafia e mineralogia dos depósitos cenozóicos da região da Bacia de Fonseca, Estado de Minas Gerais, Brasil. An. Acad. bras. Ciênc., 69(2): 211-226. 1997

SALGADO-LABOURIAU, M. L. História ecológica da Terra, 2ª ed., Ed. Edgar Bliicher LTDA, São Paulo.1994

SCHOPF, J. M. Modes of Fossil Preservation. **Elsevier Scientific Publishing Company**. Amsterdam, **20**: 27-53. 1975.

SCOTESE, C. R. Paleomap Project. [online] Disponível na internet via WWW. URL: <<http://www.scotese.com/newpage9.htm>>. Arquivo consultado em 8 de julho de 2010.

SEILACHER, A. Begriff und Bedeutung der Fossil-lagerstätten. **Jahrbuch fur und Palaontologie**. v.1, p.34-39. 1970.

SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A. V. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo: Ceres. 1976

SIMON, A.; POULICEK, M.; VELEMIROV, B. & MACKENZIE, F. T. Comparison of anaerobic and aerobic biodegradation of skeletal structures in marine and estuarine conditions. **Biogeochemistry**. v.25, p.167-195. 1994.

SIMÕES, M. G., HOLZ, M. Tafonomia: Processos e ambientes de fossilização. In: CARVALHO, I. S. (ed). **Paleontologia** Vol. 1, 2ª edição; editora: Interciência, Rio de Janeiro – RJ, , Cap. 3, pag. 19 – 45. 2004

STOKES, W. L. Animal tracks in the Navajo-Nugget Sandston. University of Wyoming. .1978

TAVARES, E. R. Contexto paleontológico. Eoceno. In: Primeira ocorrência de Cealifera fóssil da Bacia de Fonseca, Paleogeno/Eoceno de Minas Gerais, Brasil. Universidade Vale do Rio Doce, Governador Valadares, MG, p. 37 – 41. 2005.