

# PALEOECOLOGIA DOS BIVALVES E BRAQUIÓPODES DA FORMAÇÃO INAJÁ (DEVONIANO), BACIA DO JATOBÁ (PE), BRASIL.

Priscilla Albuquerque Pereira<sup>1</sup>

José Augusto Costa de Almeida<sup>2</sup>

Alcina Magnólia Franca Barreto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Geologia, Laboratório de Paleontologia. [palbuquerquep@hotmail.com](mailto:palbuquerquep@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Geociências, Campus 1.

## RESUMO

A Formação Inajá documenta o primeiro ciclo deposicional sob condições ortoplateformais no Devoniano da Bacia intracratônica de Jatobá, Pernambuco, com a predominância de ambiente deposicional marinho de plataforma rasa. Sua litologia de arenitos finos laminados, ferruginosos com intercalações arenosas e níveis de matéria orgânica preservou relevante fauna de moluscos e braquiópodes além de diversificado registro icnofossilífero. O trabalho apresentado faz inferências paleoecológicas para a fauna de invertebrados baseada em análises quantitativas, morfofuncionais e tafonômicas. O material estudado pertence à coleção científica do Departamento de Geologia-UFPE. A fauna estudada é de bivalves das ordens – Pterioidea (*Leptodesma* (*Leptodesma*) *langei*), Modiomorphoidea (*Spathella brevis*), Pholadomyoidea (*Sanguinolites pernambucensis*; *S. rochacamposi* e *Edmondia philipi*), Nuculoidea (*Nuculites* aff. *oblongatus*), Carditoidea (*Cypricardella petrolandensis*), Pectinoidea (*Streblopteria antiqua*) e braquiópodes das ordens – Lingulida (*Lingula* aff. *scalprum* e *Orbiculoidea*), Terebratulida (*Hamburguia* ? sp.) e Rhynchonellida (*Camarotoechia jatobensis*). Foram analisados 761 exemplares, preservados em moldes e por substituição, que permitiram inferir o hábito semi-infaunal e infaunal, preferencial entre os bivalves, e epifaunal entre os braquiópodes com alimentação suspensívora dominante na comunidade, reforçando ambiente marinho raso com águas moderadamente quentes de salinidade normal para Formação Inajá (Devoniano Superior) da Bacia do Jatobá. Os dados tafonômicos sugerem assembléia autóctone/parautóctone.

**Palavras chave:** Paleozóico, Bacia do Jatobá, Sistemática, Invertebrados, Pernambuco.

## ABSTRACT

The Inajá Formation documents the first depositional cycle under continental shelf conditions during the Devonian in the intracratonic Jatoba Basin, Pernambuco, with a predominance of marine depositional environment of shallow platform. Its lithology of thin laminated sandstones, with ferruginous sandy intercalations and levels of organic matter preserved relevant molluscan fauna and brachiopods as well as diverse trace fossil record. The work presents paleoecological inferences for the invertebrate fauna based on quantitative analysis, taphonomic and functional morphology. The material studied belongs to the scientific collection of the Department of Geology-UFPE. The fauna is studied bivalve orders - Pterioidea (*Leptodesma* (*Leptodesma*) *langei*), Modiomorphoidea (*Spathella brevis*), Pholadomyoidea (*Sanguinolites pernambucensis*; *S. rochacamposi* e *Edmondia philipi*), Nuculoidea (*Nuculites* aff. *oblongatus*), Carditoidea (*Cypricardella petrolandensis*), Pectinoidea (*Streblopteria antiqua*) brachiopods and of the orders – Lingulida (*Lingula* aff. *scalprum* e *Orbiculoidea*), Terebratulida (*Hamburguia* ? sp.) e Rhynchonellida (*Camarotoechia jatobensis*). 761 specimens were analyzed preserved as mould and by substitution, which allowed us to infer the habit semi-infaunal and infaunal preferred among

bivalves and epifaunal for the brachiopods with powered suspension-feeders dominant in the community, reinforcing shallow marine waters environment with moderately warm normal saline water for the deposition of the Inaja Foramtion (Upper Devonian) of the Jatoba Basin. The taphonomic data suggest an autochthonous/parautochthonous assembly.

**Keywords:** Paleozoic, Basin Jatoba, Systematics, Invertebrate, Pernambuco

## INTRODUÇÃO

A Paleoeologia tem como seu principal objetivo refazer as relações entre organismos do passado e seu meio ambiente, inferidas a partir do registro fóssil (Dutra, 2010) e encontra no estudo autoecológico as ferramentas necessárias. A paleoautoecologia pode ser definida como o estudo das interações entre uma espécie, com seu ambiente biótico e abiótico, envolvendo a reconstrução do antigo ambiente de vida do organismo e o entendimento de como a morfologia, comportamento e outros atributos de um animal extinto influenciaram em sua sobrevivência e reprodução, face ao ambiente reconstruído (Levinton, 1984 *apud* Ghilardi, 1999). A paleoautoecologia de bivalves fósseis, realizada a partir de critérios morfofuncionais empregados por Stanley (1970) é bastante utilizada, uma vez, que este grupo é o mais favorável para esta abordagem dada sua abundância no registro geológico, nos ambientes aquáticos do Recente e pela íntima relação existente entre a forma da concha e o modo de vida do animal (Ghilardi, 1999).

Os Moluscos bivalves são conhecidos desde o Cambriano Inferior, mas apesar de terem ocorrido no Paleozóico, atingiram seu auge no Mesozóico e Cenozóico. De modo geral, as espécies de bivalvíos perduram por longo tempo, não sendo considerados bons indicadores bioestratigráficos (Machado *et al.*, 2004). Diferentemente dos braquiópodes que, por terem sido

abundantes nos mares paleozoicos, apresentando uma rápida evolução e diversidade de formas, permitem a determinação de idades relativas para esta era (Fonseca, 2004). Esses dois grupos são bons indicadores de modo de vida e ambiente e quando presentes em uma mesma assembleia permitem uma inferência paleoambiental mais coesa.

Estudos com os invertebrados fósseis da Formação Inajá foram iniciados pelo pesquisador Geraldo Muniz, da UFPE na década de 70 (Muniz, 1978; 1979b). Muniz (1978) descreveu e comparou as espécies encontradas na formação com as de outras bacias cratônicas brasileiras (Amazonas, Parnaíba e Paraná) e de outros países como África, Alemanha, Bélgica, Bolívia, Peru e Argentina, concluindo que a maior parte da fauna da Formação Inajá é endêmica, porém a presença de gêneros comuns as Formações Ererê da Bacia do Amazonas, Pimenteiras e Cabeças da Bacia do Parnaíba que são adaptados a águas tépidas e temperadas, apontou uma maior influência da Paleoprovíncia América Oriental ou Apalachiana nos sedimentos da formação em relação a Paleoprovíncia Malvinocáfrica dominante nas formações devonianas da Bacia do Paraná (Carvalho *et al.*, 2009).

O presente trabalho objetiva analisar dados quantitativos, morfofuncionais (autoecológicos) e tafonômicos dos bivalves e braquiópodes visando inferir o modo de vida dos táxons da Formação Inajá (Devoniano Superior) da Bacia do Jatobá.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia do Jatobá está localizada na zona fisiográfica do Sertão do São

Francisco, na porção central do Estado de Pernambuco, e na bacia hidrográfica do Rio Moxotó no estado de Pernambuco (Costa Filho *et al.*, 2005). Litoestratigraficamente, as unidades que compõem a bacia são: Formação Tacaratu (Siluro-Devoniana; Barbosa, 1964); Formação Inajá (Devoniano; Barreto, 1968); Formação Aliança (Neo-Jurássica; Leite *et al.*, 2001); Formação Sergi (Neo-Jurássica; Leite *et al.*, 2001); Formação Candeias (Eo-Cretássica; Viana *et al.*, 1971); Formação São Sebastião (Eo-Cretácica; Viana *et al.*, 1971); Formação Marizal (Neo-Aptiano; Viana *et al.*, 1971).

A Formação Inajá documenta o primeiro ciclo deposicional sob condições ortoplateformais no Devoniano da Bacia intracratônica de Jatobá, Pernambuco, com a predominância de ambiente deposicional marinho de plataforma rasa.

Sua litologia de arenitos finos laminados, ferruginosos com intercalações arenosas e níveis de matéria orgânica preservou relevante fauna de moluscos (Muniz, 1979b) e braquiópodes (Muniz, 1978), além de diversificado registro icnofossilífero (Santos & Campanha, 1970; Muniz, 1979a; 1981; 1984).

O material de estudo encontra-se depositado na coleção do Departamento de Geologia, Centro de tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco (DEGEO – CTG – UFPE), resultado de coletas realizadas desde a década de 70, pelo Professor Geraldo Muniz e mais recentemente, por membros do Laboratório de Paleontologia do DGEO (PALEOLAB). As localidades fossilíferas são Sítio Quixabinha, Fazenda dos Nunes e Saco do Machado (Tacaratu) e, Salinas (Petrôlândia), PE (Figura 1).

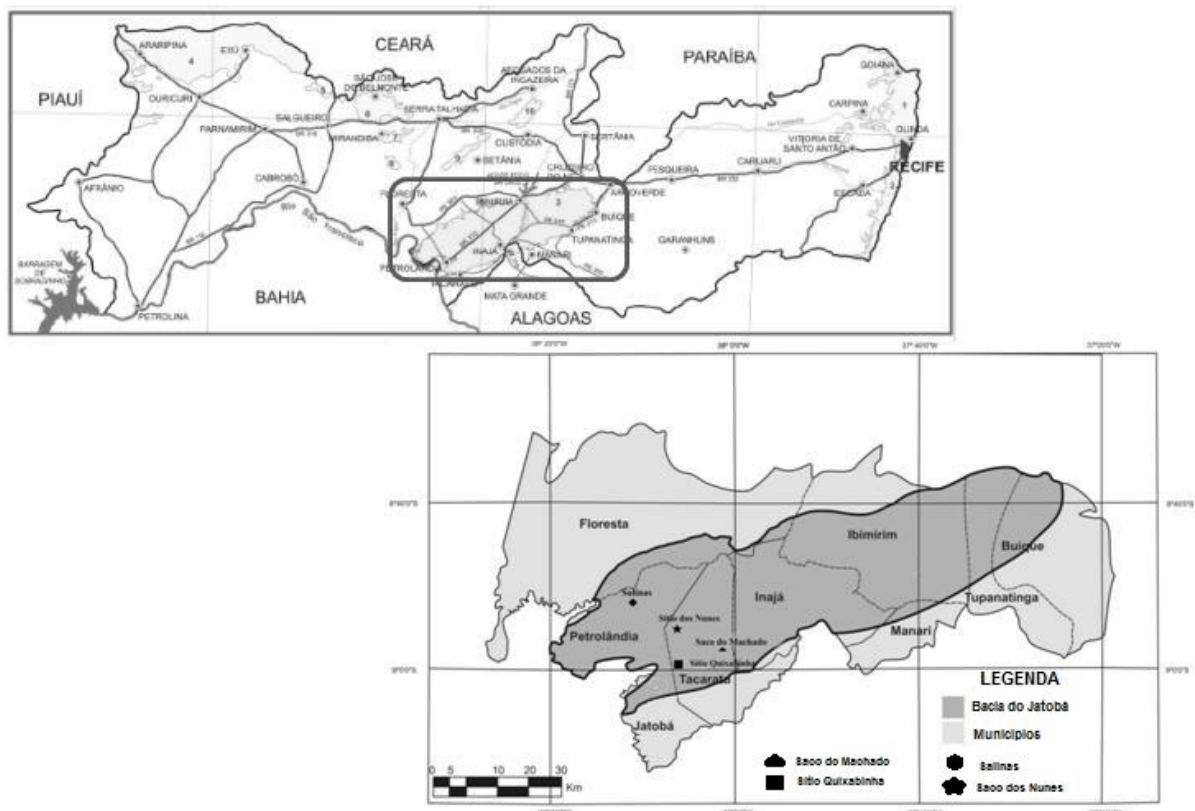


Figura 1 – Mapa do Estado de Pernambuco com destaque para a Bacia de Jatobá e as localidades de coleta.

Foram realizadas análises quantitativas, biométricas, morfofuncionais e tafonômicas de acordo com a metodologia de Simões e Kowalewski (1998) e Stanley (1970).

Foram analisados quantitativamente 761 exemplares distribuídos em bivalves das ordens – Pterioidea (*Leptodesma* (*Leptodesma*) *langei*), Modiomorphoidea (*Spathella brevis*) Pholadomyoidea (*Sanguinolites pernambucensis*; *S. rochacamposi* e *Edmondia philipi*), Nuculoidea (*Nuculites* aff. *oblongatus*), Carditoidea (*Cypricardella petrolandensis*) Pectinoidea (*Streblopteria antiqua*) e braquiópodes das ordens – Lingulida (*Lingula* aff. *scalprum* e *Orbiculoidea*), Terebratulida (*Hamburguia* ? sp.) e Rhynchonellida (*Camarotoechia jatobensis*), além de braquiópodes e bivalves indeterminados. Para a análise morfofuncional não foram observados os indeterminados, totalizando 694 exemplares.

Os dados biométricos de Comprimento (C); Altura (A); Largura (L) e Comprimento Anterior (CA) permitiram a inferência de caracteres morfológicos – Alongamento (C/A), Obesidade (A/L) e Alongamento Anterior (CA/C) contribuindo para análise morfofuncional (externa) das conchas dos bivalves. A biometria foi realizada com o auxílio de paquímetro (medida em centímetros) em exemplares inteiros, que não apresentavam achatamento antero-posterior nem lateral. Sendo assim, foram medidos 20 exemplares de *Spathella brevis*, *Sanguinolites rochampi*, *Sanguinolites pernambucensis* e

*Cypricardella petrolandensis*; 06 exemplares de *Leptodesma* (*Leptodesma*) *langei*; 05 exemplares de *Nuculites* aff. *oblongatus* e *Edmondia philipi* e 01 exemplar de *Streblopteria antiqua*. Considerou-se a média aritmética gerando uma descrição morfológica dos mesmos. A interpretação dos dados foi utilizada para a inserção dos hábitos de vida e a provável orientação no substrato. Considerou-se aqui como hábito de vida: a) posição de vida; b) locomoção e fixação; c) mecanismo de alimentação. Os aspectos bioestratigráficos observados foram desarticulação/articulação, fragmentação e abrasão das conchas. As espécies *Spathella brevis*, *Sanguinolites rochacamposi* e *S. pernambucensis* foram analisados percentualmente por apresentarem um quantitativo de exemplares significativos (n= 324; n= 65; n= 51, respectivamente) e por serem espécies ocorrentes em todas as localidades.

## RESULTADOS

### Dados quantitativos

A Formação Inajá apresenta baixa diversidade faunística, onde os moluscos bivalves são os principais componentes representados por 626 espécimes seguidos pelos braquiópodes com 135 espécimes distribuídos nas quatro localidades (Figura 2). A localidade do Sítio Quixabinha (Tacaratu) é a que apresenta maior diversidade específica (diversidade de espécies), diferentemente da localidade do Sítio dos Nunes (Tacaratu) que tem a menor diversidade.

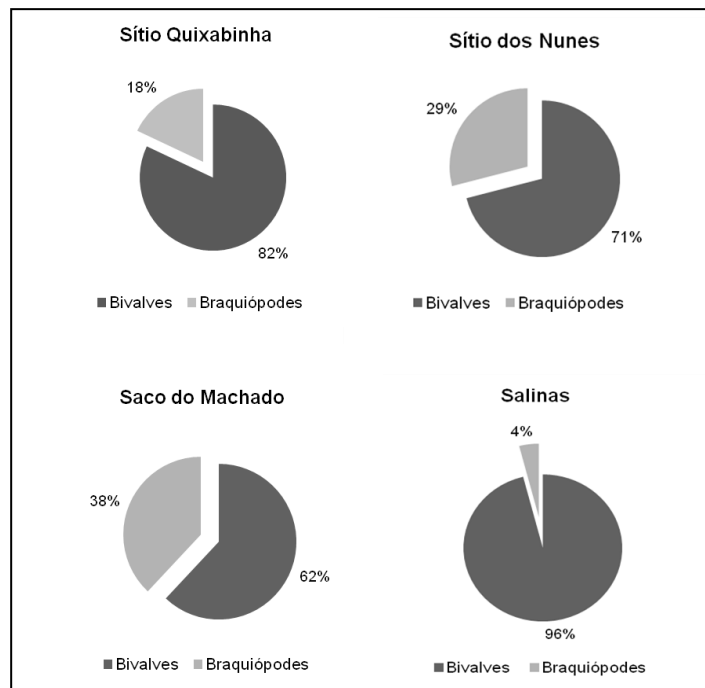


Figura 2 – Distribuição percentual dos táxons nas quatro localidades.

Considerando todas as localidades *Spathella brevis* é o bivalve mais abundante, seguido por *Cypricardella petrolandensis*. Em ordem decrescente, as espécies *Sanguinolites rochacamposi*, *S. pernambucensis* e *Leptodesma* (*Leptodesma*) *langei* são freqüentes e,

*Edmondia philipi*, *Nuculites* aff. *oblongatus* e *Streblopteria antiqua* são raros. *Camarotoechia jatobensis* se destaca entre os braquiópodes seguido por *Hamburguia* ? sp., *Orbiculoidea* sp. e *Lingula* aff. *scalprum* (Tabela 1).

Tabela 1 – Abundância absoluta e relativa dos táxons da Fm. Inajá nas localidades estudadas.

| Táxon                                                 | Total      |            | Sítio Quixabinha |            | Sítio dos Nunes |            | Saco do Machado |            | Salinas    |            |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|------------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|------------|------------|
|                                                       | N          | %          | n                | %          | n               | %          | n               | %          | n          | %          |
| <i>Spathella brevis</i>                               | 324        | 42         | 222              | 55         | 17              | 38         | 47              | 46         | 38         | 18         |
| <i>Cypricardella petrolandensis</i>                   | 92         | 12         | 2                | 0          | 7               | 16         | 4               | 4          | 79         | 38         |
| <i>Sanguinolites rochacamposi</i>                     | 59         | 8          | 25               | 6          | 3               | 7          | 4               | 4          | 27         | 13         |
| <i>Sanguinolites pernambucensis</i>                   | 51         | 7          | 39               | 10         | 1               | 2          | 4               | 4          | 7          | 4          |
| <i>Leptodesma</i> ( <i>Leptodesma</i> ) <i>langei</i> | 32         | 4          | 29               | 7          | 0               | 0          | 1               | 1          | 2          | 1          |
| <i>Edmondia philipi</i>                               | 16         | 2          | 3                | 1          | 1               | 2          | 0               | 0          | 12         | 6          |
| <i>Nuculites</i> aff. <i>oblongatus</i>               | 15         | 2          | 1                | 0          | 0               | 0          | 0               | 0          | 14         | 7          |
| <i>Streblopteria antiqua</i>                          | 1          | 0          | 1                | 0          | 0               | 0          | 0               | 0          | 0          | 0          |
| Bivalves indeterminados                               | 36         | 5          | 11               | 3          | 3               | 7          | 0               | 0          | 22         | 10         |
| <i>Camarotoechia jatobensis</i>                       | 40         | 5          | 1                | 0          | 0               | 0          | 39              | 38         | 0          | 0          |
| <i>Hamburguia</i> ?                                   | 28         | 4          | 21               | 6          | 2               | 4          | 2               | 2          | 3          | 1          |
| <i>Orbiculoidea</i> sp.                               | 20         | 3          | 17               | 4          | 0               | 0          | 0               | 0          | 3          | 1          |
| <i>Lingula</i> aff. <i>scalprum</i>                   | 16         | 2          | 1                | 0          | 11              | 24         | 1               | 1          | 3          | 1          |
| Braquiópodes indeterminados                           | 31         | 4          | 31               | 8          | 0               | 0          | 0               | 0          | 0          | 0          |
| <b>Total</b>                                          | <b>761</b> | <b>100</b> | <b>404</b>       | <b>100</b> | <b>45</b>       | <b>100</b> | <b>102</b>      | <b>100</b> | <b>210</b> | <b>100</b> |

### Análise Tafonômica

A análise tafonômica restringiu-se ao grau de desarticulação/articulação, fragmentação e abrasão. Para a primeira variável foram observados três modos de ocorrência: valvas fechadas; valvas abertas e desarticuladas (Figura 3), dos bivalves *Spathella brevis* (n=324); *Sanguinolites rochacamposi* (n= 65) e *Sanguinolites pernambucensis* (N= 51).

*Spathella brevis* preservou-se quase que completamente com valvas fechadas (n= 233, 72%). Valvas desarticuladas foram mais representativas do que valvas abertas (n= 42, 15%; n= 7, 3%, respectivamente) (Figura 4). Pouca variação entre valvas desarticuladas direita (n=25, 58%) e esquerda (n= 17,

40%) (Figura 5). *Sanguinolites rochacamposi* demonstrou certa proporção entre valvas fechadas (n= 26, 42%) e abertas (n= 23, 37%), houve preservação de ligamento em boa parte dos exemplares (Figura 4). As valvas desarticuladas (n= 13, 21%) não apresentaram preservação preferencial (direita e esquerda) (Figura 5). *Sanguinolites pernambucensis* praticamente não foi encontrado com valvas fechadas (n= 10, 20%), sendo as valvas abertas preferenciais, tipo *buterfly* (n= 36, 72%). Presença de ligamento opistotético forte e alongado na maioria das amostras (Figura 4). Poucas valvas desarticuladas (n= 4, 8%) (Figura 5).

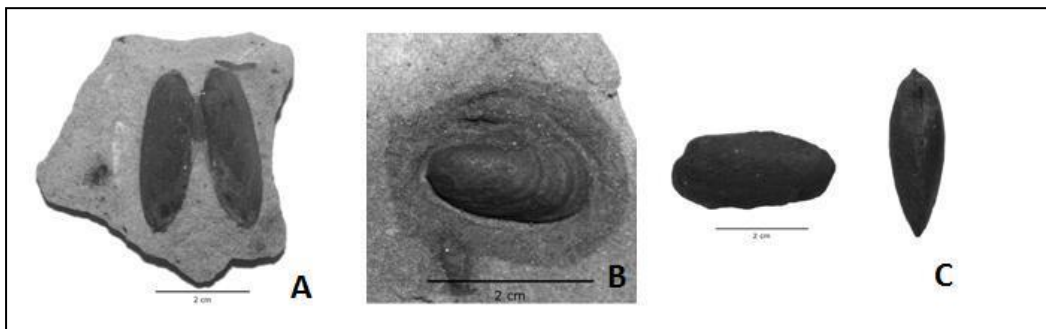


Figura 3 – Tipo de articulação/desarticulação das conchas de bivalves. A. *Sanguinolites pernambucensis*, valvas abertas articuladas; B. *Spathella brevis*, valva desarticulada; C. *Sanguinolites rochacamposi*, valvas articuladas fechadas.

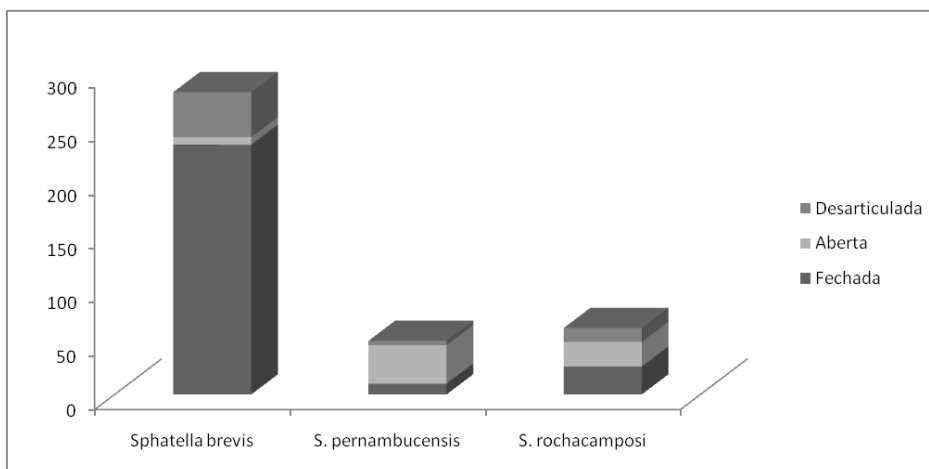


Figura 4 - Gráfico de barras comparando o grau de desarticulação de *Spathella brevis*, *Sanguinolites pernambucensis* e *Sanguinolites rochacamposi*, espécies dominantes no material estudado.

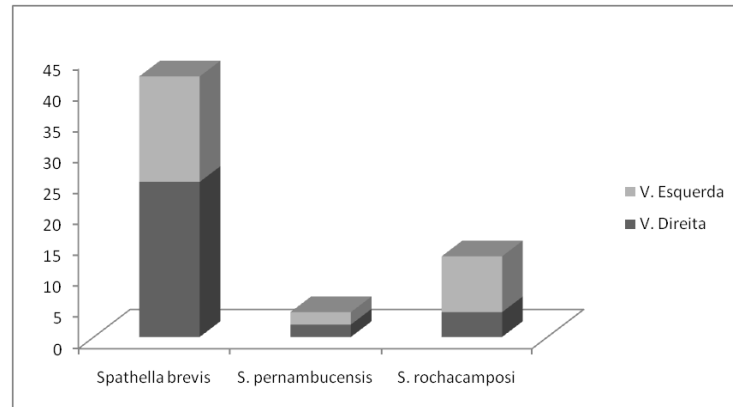


Figura 5 - Gráfico comparativo entre as valvas desarticuladas direita e esquerda.

Algumas características foram observadas nos demais espécimes sem descrição percentual:

Os bivalves *Edmondia philipi*, *Streblopteria antiqua* e *Cypricardella petrolandensis* estão representados por valvas desarticuladas sem preferência entre valva esquerda ou direita, preservados na forma de moldes; *Leptodesma* (*Leptodesma*) *langei* apresenta certa proporção entre valvas fechadas e desarticuladas, boa parte das amostras estão substituídas. Os exemplares substituídos apresentam cor distinta da rocha matriz com predominância da hematita nas substituições (Muniz, 1979b). *Camarotoechia jatobensis* predominam valvas fechadas com boa preservação,

costelas, sulco e dobra bem marcada. Quando desarticulado, valvas pediculares são preferenciais, maioria substituída. Entre os braquiópodes *Hamburguia* sp. apresenta valvas fechadas como preservação preferencial, quando desarticuladas a valva ventral é mais numerosa; *Lingula* aff. *scalprum* apresentam-se desarticuladas, sem diferenciação observável de valva; *Orbiculoidea* sp. apresenta substituição na ornamentação concêntrica.

A análise tafonômica permitiu concluir que os elementos esqueletais apresentavam um bom grau de preservação, estando as conchas conservadas, em sua maioria, sem fragmentação (Quadro 1).

Quadro 1 – Interpretação a partir do tipo de preservação da paleofauna de invertebrados da Formação Inajá.

| Tipo de preservação                        | Provável Interpretação                                     |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Pouca ou nenhuma fragmentação              | Pouco transporte                                           |
| Valvas articuladas fechadas                | Soterramento imediato                                      |
| Valvas articuladas abertas                 | Soterramento rápido, não imediato                          |
| Valvas articuladas com grau de afastamento | Soterramento rápido, indicando vida parcialmente enterrada |
| Valvas desarticuladas                      | Retrabalhamento                                            |

*Spathella brevis* foi preservado, em quase sua totalidade, com concha articulada fechada, parte dos *S. rochacamposi* e poucos *S. pernambucensis* também apresentaram essa preservação, indicando soterramento imediato. *S. pernambucensis* apresentou valvas abertas articuladas (*borboleta*) na maior parte das amostras, indicando soterramento rápido, porém não instantâneo. O predomínio do registro de fósseis com valvas ligadas, por vezes com certo ângulo de afastamento entre elas, sugere que o animal viveria parcialmente soterrado (Stanley, 1970; Muniz, 1979a). Esse conjunto de informações indicam que houve pouco ou nenhum transporte dos bioclastos.

Os braquiópodes da Formação Inajá apresentaram, em sua maioria, valvas fechadas (*Camarotoechia jatobensis* e *Hamburguia* ? sp.). Os lingulídeos estavam preservados com valvas desarticuladas. Essa assinatura tafonômica indica que tais organismos foram soterrados em vida ou pouco tempo após sua morte. As valvas isoladas no registro fóssil são justificadas pela rápida decomposição dos tecidos conectivos em ambiente de energia moderada a alta. A ocorrência de valvas desarticuladas caracteriza um período de exposição dos elementos esqueléticos anterior ao soterramento final, promovendo desarticulação e retrabalhamento na interface entre a água e os sedimentos (Moutinho, 2006).

### **Análise morfuncional**

#### **MOLUSCOS BIVALVES**

Os dados biométricos garantiram a definição de caracteres morfológicos

(Tabela 2) necessários para análise morfofuncional possibilitando a inferência do possível hábito de vida dos organismos e provável orientação no substrato. Os termos descritivos empregados na análise morfofuncional de conchas de bivalves e os índices a eles relacionados foram os mesmos adotados por Stanley (1970).

#### **Obesidade**

A obesidade da concha de um bivalve é obtida através da relação entre sua altura e largura. Segundo Stanley (1970), ela está diretamente relacionada à velocidade de escavação, considerando-se os escavadores lentos aqueles que apresentam um baixo índice de obesidade (menor 0,5) e escavadores rápidos um índice maior de obesidade (maior que 2,0). *Sanguinolites pernambucensis*, *S. rochacamposi*, *Leptodesma* (*Leptodesma*) *langei*, *Cypricardella petrolandensis*, *Edmondia philipi* e *Nuculites* aff. *oblongatus* apresentam conchas fortemente infladas.

#### **Condição inequivalve**

A condição inequivalve corresponde à composição de um bivalve por valvas de forma e tamanho diferentes, que em organismos de epifauna está relacionada com maior estabilidade no substrato (Stanley, 1970;1972). O *Leptodesma* (*Leptodesma*) *langei* apresenta concha fortemente inequivalve com valva esquerda maior que a direita e menos convexa. *Streblopteria antiqua* também apresenta concha direita menos convexa que a esquerda, o que não é o caso do *Spathella brevis*, com conchas equivalve.

Tabela 2 – Relação entre espécies e índice médio (em centímetros) dos caracteres morfológicos necessários para análise morfofuncional.

| Espécie                                                                                                                  | Comprimento médio (c.m) | Alongamento médio (a.m) | Obesidade média (o.m) | Alongamento anterior médio (a.a.m) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------------|
|  <i>Spathella brevis</i>                | 2,19                    | 2,11                    | 0,47                  | 0,38                               |
|  <i>Sanguinolites rochacamposi</i>      | 3,61                    | 2,11                    | 0,60                  | 0,54                               |
|  <i>Sanguinolites pernambucensis</i>    | 2,7                     | 2,17                    | 0,39                  | 0,39                               |
|  <i>Leptodesma (Leptodesma) langei</i> | 2,8                     | 2,08                    | 0,56                  | 0,38                               |
|  <i>Nuculites aff. oblongatus</i>     | 1,64                    | 1,96                    | 0,67                  | 0,43                               |
|  <i>Cypricardella petrolandensis</i>  | 1,71                    | 1,59                    | 0,91                  | 0,55                               |
|  <i>Edmondia philipi</i>              | 2,78                    | 1,88                    | 0,68                  | 0,57                               |
|  <i>Streblopteria antiqua</i>         | 1,8                     | 1,33                    | –                     | 0,44                               |

### Alongamento

O alongamento é dado através da razão entre comprimento e altura da concha (C/A). As dimensões da porção anterior e posterior das conchas estão relacionadas com os modos de vida adotados pelos bivalves (Stanley, 1970). Uma porção anterior reduzida revela uma condição anisomiária característica presente em organismo de epifauna. Em organismos de semi-infauna bissada essa característica não é bem pronunciada. A redução da porção anterior pode ser observada em *Sphatella brevis* e *Streblopteria antiqua*, *Leptodesma* (*Leptodesma*) *langei* e *Sanguinolites pernambucensis*. *S. rochacamposi*, *Cypricardella petrolandensis*, *Edmondia philipi* apresentam porção anterior expandida. A porção anterior triangular também está relacionada como um facilitador na escavação, característica observada em *Nuculites* aff. *oblongatus*. Espécies com baixos valores de alongamento provavelmente utilizavam ângulos maiores de movimento de escavação para a penetração, enquanto que formas alongadas utilizavam baixo ou

nenhum movimento de escavação (Stanley, 1970). Nos organismos infaunais é observada uma porção posterior alongada relacionada à presença de sífões, essa característica é proeminente em *Nuculites* aff. *oblongatus*, *Cypricardella petrolandensis* e *Edmondia philipi*.

### BRAQUIÓPODES

As adaptações morfofuncionais dos braquiópodes estão ligadas diretamente as suas características morfológicas. Suas valvas geralmente desiguais, com valva pedicular normalmente maior que a braquial e mais convexa, relaciona-se com a abertura para saída do pedículo, órgão de fixação dos braquiópodes. Muitos foram fixos ao longo da vida graças à divisão do pedículo em vários segmentos (Moore et al., 1952). Formas infaunais são raras, onde apenas os lingulídeos exploram essa forma de vida até os dias de hoje, muitos dos strophomenídeos, no entanto, especialmente os productídeos, viveram sua existência parcialmente enterrados ou semi-infaunais, onde eram fixados por fortes espinhos (Elliot, 2010).

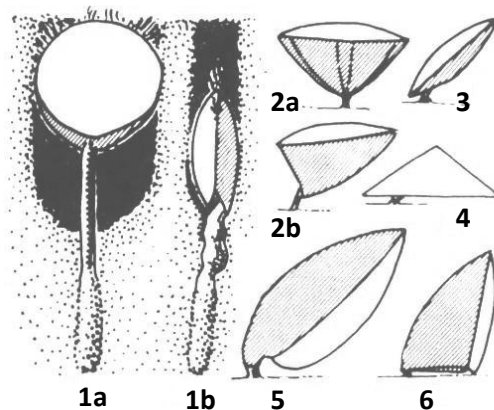


Figura 6 – Posição das conchas presas ao pedículo. Posição vertical (1a, b e 6), obliquamente inclinada (3, 5) e subhorizontal (2a, b, 4). (Fonte: Moore et

Os representantes do gênero *Lingula* apresentam concha de contorno retangular com valvas retas, margens laterais paralelas a subparalelas e margem anterior reta a ligeiramente côncava. Esta

característica o adaptada para construção de galerias. A margem do manto e suas cerdas servem para o equilíbrio e o pedículo ancora o animal no fundo da toca permitindo mudança de posição da concha

(Emig, 1997). Sendo assim, *Lingula* aff. *scalprum* corresponde a um organismo infaunal (Figura 7A). Os braquiópodes da Família Discinidae apresentam um pedículo muscular para substratos duros, exceto para *Pelagodiscus*, que é fixado ao substrato rígido por meio dos seus dois principais músculos verticais do corpo. O

gênero *Orbiculoidea* apresenta um pedículo curto e sua valva ventral sempre orientada em direção ao substrato (Figura 7B). Este órgão atua como uma âncora suportando o peso da concha e prendendo o animal na posição de vida em relação ao substrato ((Emig, 1997).

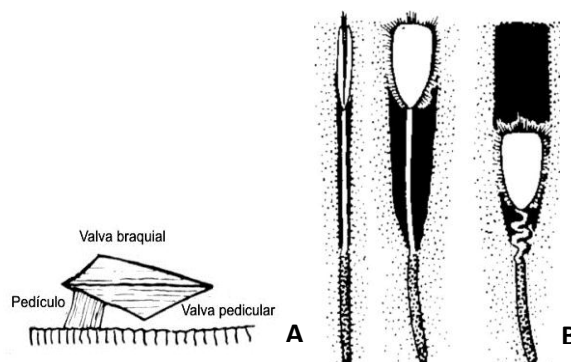


Figura 7-A. Posição de vida de um discinídeo (Fonte: Shrock, 1953). B. Vista lateral e normal de um *Lingula* em posição de vida na toca e em posição retraída com a concha no fundo da toca (fonte: Moore *et al.*, 1952).

Os Rhynchonellida apresentam valvas com margens posteriores curvas, são biconvexos com dobra dorsal e sulco ventral. O sulco ventral presente em *Camarotoechia jatobensis* em zigue-zague corresponde a adaptações aparentemente para fins de organização interna do animal. Essa adaptação pode estar relacionada a algum tipo de pressão ambiental, dentre as quais condição de alta salinidade no ambiente (Moore *et al.*, 1952) (Figura 8A). Os Terebratulida são caracterizados pela presença de um

braquídio (interno) em forma de laço, forame curto com conchas posteriormente retas, paralelas ao eixo de charneira. *Hamburguia* ? sp. apresenta forame bastante acentuado. Quanto maior a abertura desta válvula (pedículo) a orientação da concha é voltada para a posição convencional, ou seja, valva braquial voltada para o substrato. Além de um complexo sistema de músculos que serve para abrir e fechar as valvas e movimentar o pedículo (Moore *et al.*, 1952) (Figura 8B).

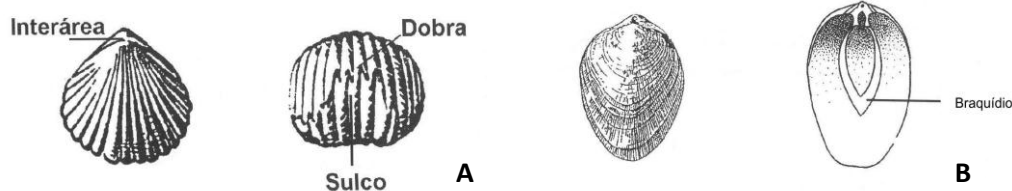


Figura 8 – A. Rhynchonellida do gênero *Camarotoechia* com sulco e dobra característica (Fonte: Moore *et al.*, 1952). B. Terebratulida com visualização do laço interno, braquídio (Fonte: Shrock, 1953).

As medidas comprimento (C) e altura (A), e sua razão (A/C) está relacionada a identificação e não diretamente a indícios morfofuncionais (Tabela 3).

### Mecanismo de alimentação

Segundo Stanley (1970), o tipo de suprimento alimentar está diretamente associado ao caráter do substrato e à movimentação das águas. Sanders (1956 *apud* Raup & Stanley, 1978) demonstrou que nos fundos lodosos predominam os organismos dentrívoros, enquanto que

nos sedimentos arenosos predominam os suspensívoros.

Os bivalves estudados são em sua maioria provavelmente suspensívoros, inferência embasada na relação descrita acima e pelas comparações com bivalves atuais de morfologia similar e/ou de mesmo grupo taxonômico (Família e/ou gênero) seguindo as referências Anelli *et al.* (2006); Spkoski (2002); Cox *et al.* (1969) e Moore (1969) e o Paleobiology Database. Entre os braquiópodes todos os organismos apresentavam o hábito suspensívoro de acordo com Spkoski (2002) e Paleobiology Database.

Tabela 3 - Relação entre espécies e principais medidas dos braquiópodes da Formação Inajá.

| Espécie                                                                                                                | Comprimento (c)<br>(cm) | Largura (L)<br>(cm) | Largura/Comprimento<br>(L/C) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------------|
| <i>Lingula aff. scalprum</i><br>    | 1,15                    | 0,6                 | 0,52                         |
| <i>Orbiculoidea sp.</i><br>         | 1,7                     | 1,55                | Elevação do ápice 2 mm       |
| <i>Camarotoechia jatobensis</i><br> | 1,7                     | 0,2                 | 0,11                         |
| <i>Hamburguia ? sp.</i><br>         | 1,1                     | 1,09                | 1                            |

## DISCUSSÃO

Os dados biométricos permitiram inferir caracteres morfofuncinais ligados ao hábito de vida (Quadro 2 e 3) e análise tafonômica (Quadro 4) permitiu conhecer

um pouco das características deposicionais e de preservação dessa comunidade.

Quadro 2 – Modo de vida inferido para os bivalves da Formação Inajá.

| Espécie                               | Modo de vida       | velocidade de escavação | Tipo de substrato      | Morfologia                                                                                   |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Sanguinolites pernambucensis</i>   | Semi-infauna       | Lenta                   | Arenito fino           | Concha inflada, alongada, porção anterior reduzida.                                          |
| <i>Sanguinolites rochacamposi</i>     | Semi-infauna       | Lenta                   | Arenito fino           | Concha inflada, alongada, porção anterior expandida.                                         |
| <i>Leptodesma (Leptodesma) langei</i> | Semi-infauna       | Lenta                   | Arenito fino           | Concha inequivalve, porção anterior expandida.                                               |
| <i>Cypricardella petrolandensis</i>   | Infauna rasa       | Lenta                   | Arenito fino e siltito | Concha inflada, porção anterior expandida, porção posterior alongada.                        |
| <i>Edmondia philipi</i>               | Infauna rasa       | Lenta                   | Arenito fino e siltito | Concha inflada, alongada, porção anterior expandida.                                         |
| <i>Nuculites aff. oblongatus</i>      | Infauna profunda ? | Rápida ?                | Arenito fino e siltito | Concha alongada, porção anterior triangular, porção posterior afilada.                       |
| <i>Spathella brevis</i>               | Epifauna           | -                       | Arenito fino           | Concha equilateral, inflada, porção anterior reduzida.                                       |
| <i>Streblopteria antiqua</i>          | Epifauna           | -                       | Arenito fino           | Conchainequivalve, inflada, porção anterior curta, aurícula anterior alongada, sinus bissal. |

Os bivalves *Sanguinolites pernambucensis* e *S. rochacamposi* apresentam tamanho, forma e obesidade das valvas características de um escavador lento. A porção anterior reduzida do *S. pernambucensis* e a porção anterior expandida do *S. rochacamposi* indicando, um pé associado à escavação, aponta para um hábito semi-infaunal ou infaunal raso. *Leptodesma (Leptodesma) langei* por apresentar valvas inequivalves com plano de comissura oblíquo ao substrato e baixo

ângulo de fixação para estabilidade da concha em posição de vida infaunal, foi considerado semi-infaunal, reforçado por apresentar porção anterior reduzida. O bivalve *Cypricardella petrolandensis* apresenta hábito comparado ao atual *Astarte* (Muniz, 1979). A concha inflada e porção posterior alongada apontam para um escavador lento, com pouco ou nenhum movimento de escavação, indi-

cando provável infauna rasa. *Edmondia philipi* apresenta concha fortemente inflada e porção anterior expandida indicando um organismo infaunal raso de escavação lenta. *Nuculites* aff. *oblongatus* único dentritívoro da comunidade (Muniz, 1979b), tem porção anterior triangular, o que facilita a escavação, com porção posterior alongada, podendo indicar presença de sinfões. *Spathella brevis* não é enquadrado como escavador típico e por possuir concha moderadamente cilíndrica, viveria provavelmente em sedimento mole, da mesma forma que *Modiolus* (Muniz, 1979b). A porção anterior reduzida e a posição de vida sagital vertical em relação ao substrato corroboram para o hábito epifaunal. *Streblopteria antiqua*, bivalve epifaunal bissado, com a valva direita menos convexa que a esquerda, indica contato

com o substrato para uma maior estabilidade (Stanley, 1970). A presença de aurícula anterior alongada e de um distinto sinus bissal, são características de forma adulto-bissadas (Muniz, 1979b).

Em relação aos braquiópodes *Camarotoechia jatobensis*, *Hamburguia* ? sp. e *Orbiculoidea* sp. apresentam hábito epifaunal fixo por pedículo, característicos de ambiente marinho pouco profundos de águas relativamente quentes e salinidade normal (Muniz, 1978). Apenas *Lingula* aff. *scalprum* apresenta hábito infaunal, considerado eurialino no paleozóico, hoje vivente em águas salobras (Raup & Stanley, 1971).

Através destas informações a posição da concha no substrato foi inferida, gerando uma reconstrução paleosinecológica para a macrofauna de invertebrados da formação (Fig. 9).

Quadro 3 – Modo de vida inferido para os braquiópodes da Formação Inajá.

| Espécie                             | Modo de vida  | Tipo de substrato      | Morfologia                                                                  |
|-------------------------------------|---------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <i>Lingula</i> aff. <i>scalprum</i> | Infauna       | Arenito fino e siltito | Concha subretangular, valvas retas, margem lateral subparalelas             |
| <i>Orbiculoidea</i> sp.             | Epifauna fixo | Arenito fino           | Valva branquial cônica a subcônica, ornamentação concêntrica, fenda oblíqua |
| <i>Camarotoechia jatobensis</i>     | Epifauna fixo | Arenito fino e siltito | Concha pouco inflada na região umbonal, dobra dorsal, sulco ventral         |
| <i>Hamburguia</i> ? sp.             | Epifauna fixo | Arenito fino           | Concha subpentagonal, biconvexa, forame curto                               |

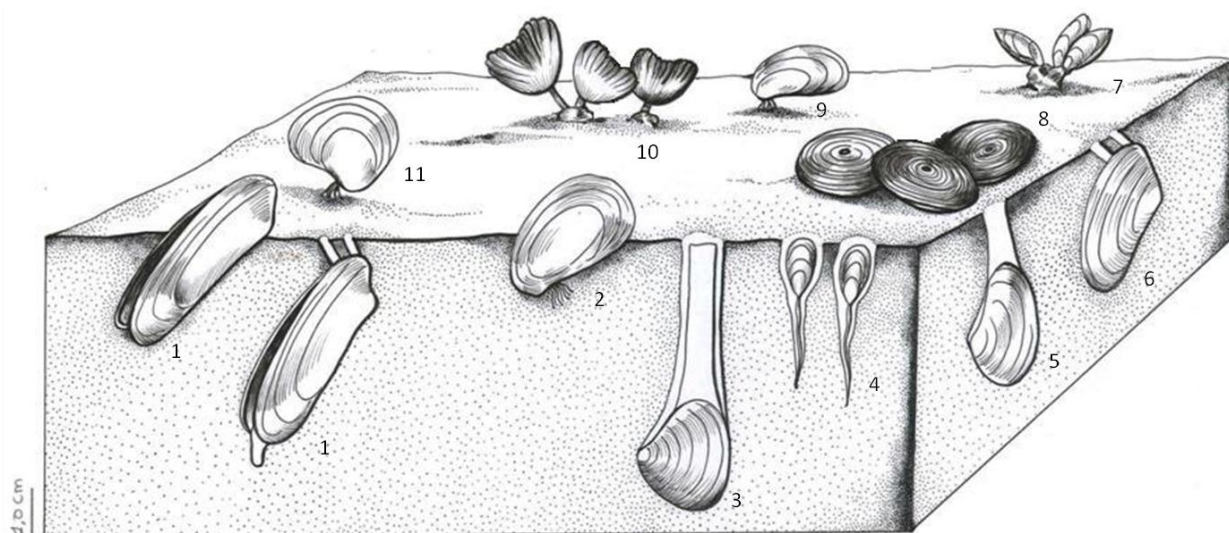


Figura 9 - Reconstrução paleosinecológica da Formação Inajá considerando o hábito de vida dos braquiópodes e bivalves que compõem a comunidade. 1. *Sanguinolites pernambucensis* e *S. rochacamposi* (respectivamente da esquerda para direita). Semi-infaunal ou infaunal rasa, suspensívoro; 2. *Leptodesma* (*Leptodesma*) *langei*. Semi- infaunal, suspensívoro; 3. *Cypricardella petrolandensis*. Infaunal escavador; 4. *Lingula* aff. *scalprum*. Infaunal, suspensívoro; 5. *Edmondia philipi*. Infaunal, suspensívoro; 6. *Nuculites* aff. *oblongatus*. Infaunal, sedentário; 7. *Hamburguia* ? sp. Epifaunal sésil pedunculado, suspensívoro; 8. *Orbiculoidea* sp. Epifaunal fixo, suspensívoro; 9. *Spathella brevis*. Epifaunal, suspensívoro; 10. *Camarotoechia jatobensis*. Epifauna sésil pedunculado, suspensívoro; 11. *Streblopteria antiqua*. Epifaunal bissado, suspensívoro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a análise morfofuncional dos organismos permitindo a inferência dos hábitos da comunidade descritos anteriormente, percebe-se a predominância de organismos semi-infaunal e infaunal entre os bivalves e epifaunal fixa entre os braquiópodes, não sendo observadas estruturas típicas de sobrevivência em águas profundas. Assim como, o hábito suspensívoro de alimentação, dominante na fauna em questão, caracterizando um ambiente de águas agitadas e preferência de salinidade normal, dado que corrobora com a presença do gênero *Lingula* e *Nuculites* relacionados a ambientes com oxigenação e pouca profundidade.

Os dados tafonômicos indicam se tratar de uma assembleia autóctone/parautoctone, com pouco ou nenhum transporte de bioclastos estando alguns exemplares conservados em posição de vida.

### Agradecimentos

Agradecimento postumos ao prof. Geraldo da Costa Barros Muniz, pesquisador único que tanto contribuiu para o conhecimento da paleontologia, responsável pela coleta e identificação da fauna estudada por mim neste trabalho. Agradeço ao Departamento de Geologia da UFPE por ter permitido acesso ao material analisado.

## REFERÊNCIAS

- Anelli, L. E., Rocha-Campos, A. C., Simões, M. G. 2006. Pennsylvanian pteriomorphian bivalves from the Piauí Formation, Parnaíba Basin, Brazil. *Journal of Paleontology*. 80 (6): 1135-1141.
- Carvalho, M. E., Santos, M., Carvalho, M. S. S. 2009. Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luis. *Prog. de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. 215p.
- Costa Filho, W. D., Demetrio, J.G.A., Feitosa, E. C., Manoel Filho, J. 2005. Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste brasileiro. *Hidrogeologia da Bacia do Jatobá: Sistema aquífero Racaratu/Inajá. Meta A. Recife: UFPE/CPRM/FINEP*. 357p.
- Cox, L. R., Newell, N. D., Boyd, D. N. 1969. Mollusca 6: Bivalvia. *Treatise on Invertebrate Paleontology*. 1: N1-N489.
- Dutra, T. L. 2010. Paleoeecologia *In: Carvalho, I. S. Paleontologia. Interciência. Rio de Janeiro*. 1: 339-347.
- Elliott, D. K. 2010. Brachiopods: Morphology, Taxonomy, Evolutionary history, Ecology, Communities and distribution. Fonte da internet: <http://science.jrank.org>.
- Emig, C. C. 1997. Ecology of inarticulated Brachiopods. *In: Willams, A., Rowell, A. J., Muir-Wood, H. M., Pitrat, C.W., Schmidt, H., Stehli, F.G., Ager, D.V., Wright, A.D., Elliott, G.F., Amsden, T.W., Rudwivk, M.J.S., Hatai k., Biernat, G., McLaren, D.J., Boucot, A.J., Johnson, J.G., Staton, R.D., Grant, R.E. & Joep, H.M. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H: Brachiopoda: Introduction revised. Lawrence: Geological Society of America and University of Kansas*. 1: 473 – 526.
- Fonseca, V. M. M. 2004. Chonetoidea (Brachiopoda) do Devoniano Médio das Bacias do Amazonas e Parnaíba, Brasil. *Museu Nacional do Rio de Janeiro*. 62 (2): 193 – 215.
- Ghilardi, R. P. 1999. *Paleoautoecologia dos bivalves do grupo Passa Dois (Neopermiano), no Estado de São Paulo: bivalves fósseis como indicadores da dinâmica sedimentar*. Dissertação de mestrado, Pós-graduação em Geociências – USP. 104p.
- Machado, D.M.C & Kotzian, C.B. 2004. Moluscos. *In: Carvalho, I.S. Paleontologia. Interciência. Rio de Janeiro*. 1: 609-637.
- Moore, R. C. 1969. *Treatise on Invertebrate Paleontology: Part N, Mollusca, Bivalvia*. 464p.
- Moore, R.C., Lalicker, C.G., Fischer, A.G. 1952. *Invertebrate fossils*. Mcgraw-Hill Company, Inc. New York. 197-264p.
- Moutinho, L. P. 2006. Assinaturas tafonômicas dos invertebrados da Formação Itaituba - aplicações como ferramenta de análise estratigráfica e paleoecológicas na seção pensilvaniana aflorante na porção sul da Bacia do Amazonas, Brasil. Tese de Doutorado – URGs. 325p.
- Muniz, G. C. B. 1978. Braquiópodes Devonianos da Formação Inajá no Estado de Pernambuco. *Anais, XXX Congresso Brasileiro de Geologia. Recife*. 2: 975-985.
- Muniz, G. C. B. 1979a. Novos icnofósseis da Formação Inajá, no Estado de Pernambuco. *Anais da Academia Brasileira Ciências*, 51 (1): 121-132.
- Muniz, G. C. B. 1979b. Moluscos Devonianos da Formação Inajá no Estado de Pernambuco. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 51: 651-675.
- Muniz, G. C. B. 1981. A Fácies do Arenito Cacimba (Formação Inajá): Detalhes Estratigráficos e Novas

- Observações Ichnológicas. Est. Geol. Ser. B. Departamento de geologia, Recife. 4: 7-15.
- Muniz, G. C. B. 1984. Novos Conhecimentos sobre a Icnofauna da Formação Inajá, Devoniano da Bacia do Jatobá (PE). Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia. Rio de Janeiro. 522-528.
- Raup, D.M. & Stanley, S.M. 1978. Principios de paleontología. Barcelona: Ed. Ariel, 456 p.
- Santos, M. E. C. M. & Campanha, V. A. 1970. Bióglifos da Formação Inajá, Devoniano de Pernambuco. Anais da Acad. Bras. de Ciências. Rio de Janeiro. 42 (4): 739-746.
- Shrock, R. R. 1953. Principles of Invertebrate Paleontology. McGraw-Hill Book Company, inc. 2: 261-403.
- Stanley, S.M. 1970. Relation of Shell form to life habit of the Bivalvia (Mollusca). Geological Society of America. Boulder, Memoir, 125: 296p.
- Simões, M.G. & Kowalewski, M. (1998) Shell beds as paleoecological puzzles: a case study from the Upper Permian of the Paraná Basin, Brazil. *Facies*, 38: 175-196
- Spkoski, J. L. 2002. A compendium of fossil marine animal genera. *Bulletins of American Paleontology*. 363: 560p.
- Stanley, S. M. 1972. Functional morphology and evolution of byssally attached bivalve mollusks. *Journal of Paleontology*, Tulsa, 46 (2): 165-212.
- Williams, A., Carlson, S. J., Brunton, C. H. C., Holmer, L. E., Popov, L. E., Mergl, M., Laurie, J. R., Bassett, M. G., Cocks, L. M. R., Rong J. Y., Lazarev S. S., Grant, R.E., Racheboeuf P. R., Jin, Y. G., Wardlaw, B. R., Harper, D. A. T. and Wright, A. D. 2000. *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H Brachiopoda (revised): Volumes 2 & 3, Linguliformea, Craniiformea, Rhynchonelliformea*. 919p.