

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA CIDADE DO NATAL: ASPÉCTOS GEOMORFOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS

Ricardo Farias do Amara¹
José Braz Diniz Filho
Vanildo Pereira da Fonseca

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Departamento de Geologia.

RESUMO Este trabalho analisa a importância e o estado de conservação do sistema geomorfológico e hidrogeológico da cidade do Natal. Para isto são usados dados de altimétricos digitais, produtos de sensores remotos orbitais e suborbitais, além de informações prévias já utilizadas por outros autores. Estes dados e informações foram integrados e interpretados de modo a se construir um quadro geral da atual situação ambiental da cidade. Concluímos que Natal perdeu aproximadamente 80% de superfície natural de seu maior campo de dunas, quase todas as suas lagunas interdunares e também poluiu grande parte de seu suprimento de água doce.

Palavras-chave: geomorfologia urbana, dunas, geologia urbana, geologia ambiental, análise geoespacial.

ABSTRACT This paper analyzes the importance and the state of conservation of the geomorphologic and hydrogeologic system in Natal. Information collected from previous authors, satellite imagery, aerial photographs and altimetric data. This data and information was integrated and interpreted in order to construct a picture of the environmental situation of the city. We concluded that Natal has lost approximately 80% of the natural surface of their biggest dune field, almost all of its interdune lagoons and also polluted an important part of its natural water supplies.

Keywords: urban geomorphology, dunes, urban geology, environmental geology, geospatial analyses.

INTRODUÇÃO

Este artigo foi gerado a partir de um parecer apresentado, por solicitação, ao Ministério Público em Natal, sobre a situação atual do meio ambiente nesta cidade, mas especificamente sobre a região de Lagoinha

(Amaral et al, 2005). Nele é feita uma análise da importância e do atual estado de conservação do sistema geomorfológico e hidrogeológico da cidade do Natal. São enfocados alguns indicadores ambientais para embasar a análise, tais como: as mudanças no relevo

(geomorfologia) da cidade, com ênfase no Campo de Dunas Pirangi/Potengi (CDPP); as modificações no sistema de lagoas (sistema hídrico superficial) e no aquífero Dunas/Barreiras (sistema hídrico subterrâneo).

O ARCABOUÇO GEOESPACIAL

Dentre as unidades geomorfológicas estabelecidas, é de interesse direto, neste estudo, está a unidade denominada de Tabuleiros Costeiros, a qual consiste numa superfície tabular suportada por sedimentos arenoargilosos, em camadas subhorizontais, sobreposta a formações geológicas mais antigas.

Em Natal, sobre a Superfície dos Tabuleiros; estão os campos de dunas do Parque das Dunas (CDPD) e Pirangi/Potengi (CDPP), assim chamado por dominar uma faixa de relevo que vai desde o litoral de Pirangi, até a margem leste do Rio Potengi (Figura 01). Estes campos de dunas se sobressaem na paisagem da cidade que, deve a estes a dinâmica de sua urbanização.

As dunas, de modo geral, iniciam na zona de praia, como dunas primárias não vegetadas e avançam para o continente, primeiro como dunas parabólicas não vegetadas e em seguida, como dunas parabólicas vegetadas. As dunas parabólicas são testemunhos de variações climáticas pretéritas e de flutuações do nível do mar, o qual possibilitou o espaço necessário para o transporte eólico de sedimentos. Têm uma forma em "V" ou "U" em planta. Quando são muito grandes, estas dunas podem apresentar múltiplas cristas e faces escarpadas, mas em todos os casos as encostas externas de seus braços são parcial ou totalmente vegetadas. Estas dunas formam um único sistema estável e, no caso das dunas vegeta-

das, estas têm a capacidade de receptor e transmitir grande quantidade de águas de chuva para armazenamento nos mananciais subterrâneos.

Os campos de dunas, a Superfície dos Tabuleiros e as lagoas interdunares são as unidades geomorfológicas mais importantes e ambientalmente pressionadas na cidade do Natal. Juntamente com os rios Potengi e Pitimbu (não discutidos neste texto), constituem o seu arcabouço geoambiental. Este sistema manteve-se estável até o surgimento da urbe, quando se iniciou a série de ações de degradação que agora põem em risco o equilíbrio ambiental da cidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente análise utilizou fotografias aéreas em escala aproximada 1:15:000, obtidas em abril de 2004 e gentilmente cedidas pela Secretaria Municipal de Trabalho e Assistência Social (SEMTAS); fotografia aérea de pequeno formato em escala aproximada 1:8.000, obtida em setembro de 2004; fotografias aéreas, em escala aproximada de 1:70.000, do acervo do Departamento de Geologia da UFRN, obtidas em 1969; e imagens do satélite Landsat 7 em composição RGB, 1, 3, 4, com "merge" na banda 8, adquirida em 1999 e, modelo digital de terreno (MDT), obtidos a partir de cartas topográficas com escalas originais 1:10.000 e 1:2.000, de 1970.

A base de dados foi tratada de forma a se obter as informações consistentes e necessárias para embasar as idéias apresentadas, sendo utilizadas ferramentas de geoprocessamento e de análise geomorfológica e hidrogeológica. Visitas a campo foram realizadas para a análise "in loco" das feições interpretadas.

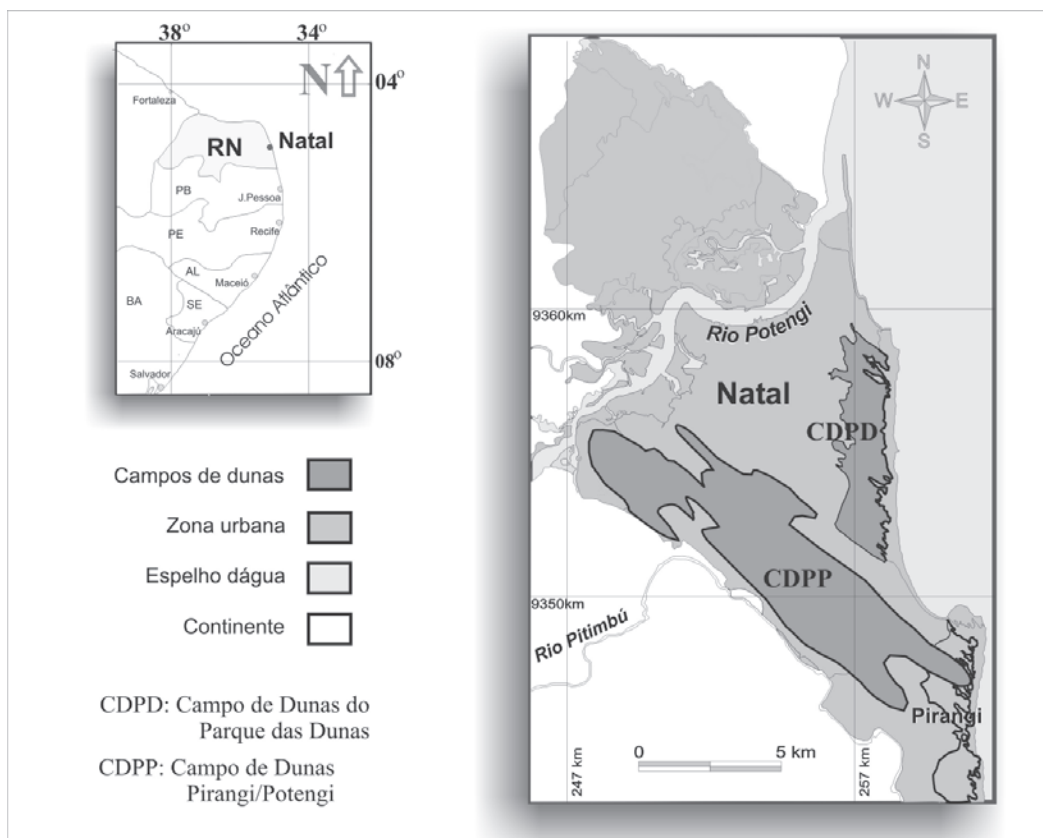


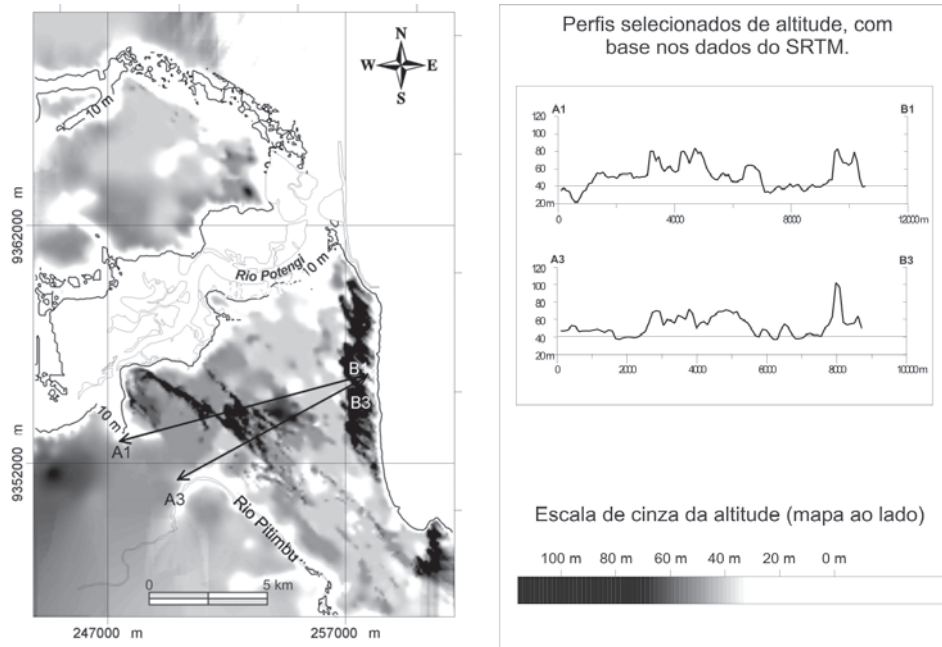
Figura 1 - Localização da área estudada.

ASPECTOS GEO-AMBIENTAIS DA CIDADE DO NATAL

Os campos de dunas Parque das Dunas e Pirangi/Potengi

Juntos, os campos do Parque das Dunas (CDPD) e o Campo de Dunas Pirangi/Potengi (CDPP) formam importantes áreas de recarga natural de águas subterrâneas na cidade, ao mesmo tempo em que retiram da paisagem a planura característica das planícies de deflação. Tais campos são compostos por areias eólicas cujas propriedades físicas, texturais e hi-

dráulicas (como a elevada porosidade e permeabilidade) são ideais para a captação, infiltração e armazenamento de águas pluviais, tanto nos seus próprios domínios (desde que estejam sobrepostas a substratos impermeáveis), como nos estratos inferiores. Esta situação ocorre em função do substrato dos campos de dunas no litoral desta região, que correspondem principalmente aos sedimentos arenoargilosos da Formação Barreiras, morfológicamente representado pela *Superfície dos Tabuleiros Costeiros*.



2a	2b
Figura 2- Modelo digital de Terreno da cidade do Natal, onde são ressaltadas as altitudes mais elevadas dos campos de dunas do Parque das Dunas (CDPD) e Pirangi/Potengi (CDPP) (dados altimétricos obtidos do Governo do estado). À direita dois perfis selecionados mostram o relevo mais elevado dos campos de dunas, sugerindo maior volume de armazenamento de águas pluviais.	

Os campos de dunas são, de modo geral, mais elevados topograficamente do que a paisagem que os circunda, sugerindo uma área com grande volume de material de natureza porosa e permeável, e conseqüentemente com uma maior capacidade de infiltração de águas pluviais, e armazenamento nos estratos arenoargilosos subjacentes (Figura 2).

O CDPP correspondia, em 1966, a uma área de captação natural aproximada de 50 km². Era recoberto por vegetação típica de dunas ou solo nu. Em 1999 ocorreu substancial redução desta área de recarga natural como mostra a imagem de satélite apresentada na figura 3. Em 33 anos mais de 80%

da área do CDPP foi desmatada ou ocupada de alguma forma. Em 1999 apenas duas pequenas áreas estavam aproximadamente preservadas, como é ressaltado na figura 3. A área mais ao oeste, com cerca de 6 km², aqui chamada de Sanvale e a área mais ao leste, que corresponde a região conhecida como Lagoinha, com cerca de 3 km².

As duas zonas são o que restou do outrora pujante Campo de Dunas Pirangi/Potengi. A preservação destas áreas tem um valor hidroambiental e importância ainda não plenamente entendidos, no que diz respeito às suas relações com as complexidades geológicas e faciológicas que influem nos mecanismos de infiltração das águas e recarga dos estratos inferiores da Formação Barre-

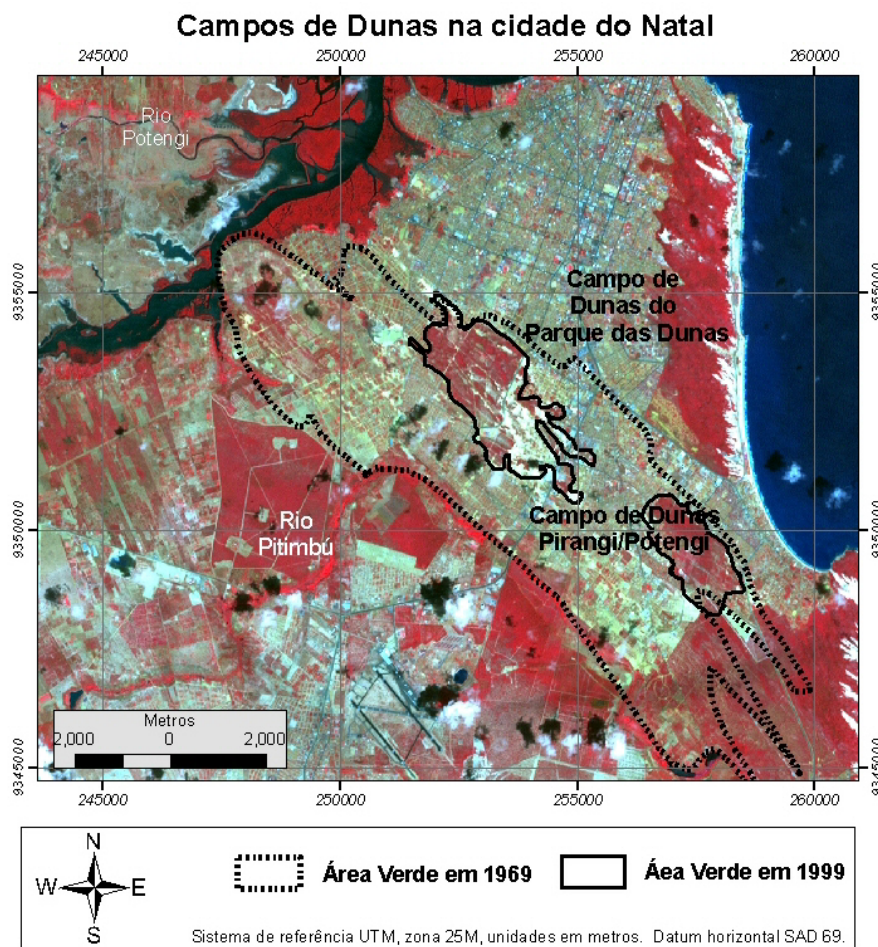


Figura 3 - Imagem do satélite Landsat 7 (composição R-2;G-3: B-4), obtida em 1999 onde estão ressaltados os campos de dunas do Parque das Dunas (CDPD) e Pirangi/Potengi (CDPP). A linha pontilhada demarca a área preservada do CDPP em 1969 e a linha contínua indica as áreas verdes restantes em 1999 (região de Sanvale e Lagoinha).

ras, a qual suporta as reservas hídricas subterrâneas que garantem o abastecimento de água da cidade do Natal. A degradação deste campo está sendo responsável pela redução drástica da qualidade do aquífero. Não preservar estas duas áreas significa o maior comprometimento do abastecimento de água da cidade de Natal, quer pela interferência nas condições de recarga do aquífero, quer pelo impacto que poderá causar na qualidade do reservatório.

Salienta-se que as dunas aqui existentes formaram-se por conta de complexos processos geológicos de transporte e deposição de sedimentos ao longo de milhares de anos, associados à evolução costeira que culminou na atual configuração do litoral oriental do RN. Um outro longo período geológico perdurou até que fossem desenvolvidas as coberturas vegetais das dunas, tornando-as verdadeiramente fixas. Portanto, as agressões aos sistemas dunares trazem mo-

dificações irreversíveis e irreparáveis a essas feições que privilegiadamente a natureza concedeu a este nosso município.

As Lagoas interdunares

A evolução das lagoas na cidade do Natal dá uma idéia clara da intensidade e rapidez de destruição ambiental na cidade. No passado, Natal possuía uma série de lagoas interdunares que, juntamente com os córregos associados aos Rios Potengi e Pitimbu, compunham o sistema de drenagem natural da cidade. Destas lagoas, muitas simplesmente desapareceram, aterradas para dar lugar a edificações como o Centro Administrativo, enquanto outras foram tão modificadas a ponto de perder suas características originais.

Como diz Medeiros (2001), a reversão do quadro de degradação ambiental nas lagoas requer mudanças na política de desenvolvimento urbano adotada nas últimas décadas, onde prevalecem os mecanismos de acumulação e especulação imobiliária, em detrimento dos interesses coletivos e ambientais da cidade. No entanto, atual situação das lagoas da cidade pode ser considerada crítica e as possibilidades de reversão do quadro ambiental são limitadas mesmo que atitudes firmes de preservação sejam tomadas agora. (Tabela 1).

Segundo Medeiros (2001), observa-se na Cidade do Natal uma situação em que a alteração no padrão lacustre, devido à ação do homem sobre as lagoas, se dá em dois momentos:

- 1) construção na bacia e no seu entorno, modificando ou destruindo a drenagem natural, onde os efluentes domésticos e industriais passam a ser lançados.
- 2) modificações da morfologia e alterações fisiográficas na paisagem, surgindo assim um novo relevo, resultante da ação do homem como agente geológico.

Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas da Região da Grande Natal, armazenadas no sistema aquífero Dunas/Barreiras, constituem o recurso mais viável e seguro ao atendimento às populações, não se cogitando alternativas. O potencial hidrogeológico deste manancial é elevado e considerado suficiente para atender as demandas hídricas atuais e futuras, além das águas serem de excelente qualidade. Neste sistema estão embutidos os campos de dunas do Parque das Dunas e Pirangi/Potengi.

Natal é uma cidade que apresenta uma expansão urbana relativamente nova e o uso de águas subterrâneas na cidade de Natal remonta ao século passado, mediante a captação d'água através de cacimbões. Por volta de 1902 foram construídos os primeiros poços tubulares, levando Natal a ser conhecida, nas primeiras décadas do século XX, como a cidade dos cataventos (Melo e Queiroz, 1996).

No ano de 1924 foi desenvolvido pelo engenheiro Henrique Novaes do Rio de Janeiro, o primeiro projeto para abastecimento d'água de Natal. O projeto previa a perfuração de poços tubulares e a indicação das lagoas de Jiqui e Extremoz para o futuro abastecimento da cidade, tendo sido parcialmente implantado. Com o passar do tempo e de conformidade com o incremento populacional, o sistema de abastecimento d'água de Natal foi sendo modificado, com ampliações e melhorias nas captações de águas subterrâneas, garantindo desta feita o consumo satisfatório de água para a população até os dias de hoje (Melo e Queiroz, 1996)

O Sistema Hidrogeológico

A constituição geológica da área de Natal e adjacências, incluídas na Bacia Leste de Escoamento Difuso 16 (SERHID/RN, 1998), define, da base para o topo, os seguintes sistemas aquíferos:

Tabela 1 - As Lagoas naturais na Cidade do Natal. Classificadas de acordo com sua posição ao sul (S) ou ao Norte (N) do Rio Potengi. As lagoas destruídas foram aterradas ou encontram-se poluídas e modificadas em sua geometria. As lagoas preservadas estão em processo de ocupação. (Fonte: Medeiros 2001)

	<i>As Lagoas de Natal</i>	<i>Posição geográfica</i>	<i>Preservadas</i>	<i>Parcialmente destruídas</i>	<i>Definitivamente destruídas</i>
1	C.Administ. (3 lagoas)	S			X
2	Sapo (alagado)	N		X	
3	Azul	N		X	
4	Lagoinha (7lagoas)	S	X		
5	Pajussara	N		X	
6	Guamoré	N		X	
7	Campina	S			X
8	Jacob	N		X	
9	Seca	S			X
10	Manuel Felipe	S		X	
11	Pirangi/ Jiqui (3 lagoas)	S	X		

- Aquífero Cristalino (Pré-cambriano) - Essencialmente fissural;
- Aquíferos Cretáceos (correlatos geologicamente ao aquífero Açú e aquífero Jandaíra da Faixa Norte de Escoamento Difuso) - Aquíferos sedimentares confinados;
- Aquífero Dunas-Barreiras (Neogeno) - Aquífero sedimentar livre.

O Aquífero Cristalino constitui o substrato das demais unidades hidrogeológicas, e não aflora na região de interesse, o mesmo acontecendo com os aquíferos sedimentares cretáceos, que se situam estratigraficamente na faixa intermediária entre o Cristalino e o sistema Dunas-Barreiras. O domínio aflorante na área da bacia é indicado pelo sistema aquífero Dunas-Barreiras, de natureza geológica sedimentar. Algumas características desses aquíferos são mostrados na tabela 02.

Aquífero Dunas-Barreiras:

A Formação Barreiras ocorre ao longo de todo o litoral oriental do Rio Grande do Norte, com larguras entre 10 e 40 km, recobrindo tanto os aquíferos cretáceos (calcários e arenitos) como o embasamento cristalino pré-cambriano. O aspecto geomorfológico desta formação geológica é demons-

trado pela feição de Tabuleiros Costeiros, cujas terminações na linha de costa formam as falésias adjacentes às faixas de praias modernas.

O Aquífero Barreiras refere-se às seqüências arenosas que constituem a Formação Barreiras. Na parte mais superior dos perfis os sedimentos são em geral mais finos, com areias finas e freqüentes intercalações de argilas e siltes, podendo se interdigitar com os sedimentos de dunas. Na porção basal são mais grossos, destacando-se areias médias a grossas com finas intercalações de argilas arenosas e níveis conglomeráticos. No entanto, são comuns as variações faciológicas laterais e verticais no conjunto litológico, refletindo discontinuidades dos estratos, o que deve influenciar nas condições de fluxo e conexões hidráulicas do sistema.

O manancial subterrâneo das Dunas tem suas possibilidades aquíferas estabelecidas pela ocorrência dos campos e lençóis de dunas fixas e/ou móveis, constituídos exclusivamente por areias quartzosas. Isoladamente os campos de dunas podem apresentar limitações hidrogeológicas em termos de espessuras saturadas efetivas para exploração por poços, dado que são mais susceptíveis de sofrerem maior inter-

Tabela 2 - Dados regionais sobre as Potencialidades dos Recursos Hídricos Subterrâneos - Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso do RN - 16 (SERHID/RN, 1998 - modificado).

Aquífero	Disponibilidade (hm^3/ano) *	Potencialidade (hm^3/ano)**	Prof. Média dos poços (m)	Vazão média dos poços (m^3/h)	Resíduo Seco (mg/L)
Dunas	0,00	0,29	5	1	< 250
Barreiras	80,23	215,18	40 a 100	10 a 100	< 250
Cretáceo/Jandaíra	0,15	0,32	80	5 a 30	500 a 4.000
Cretáceo/Açu	0,37	0,05	250 a 400	10 a 30	1.000 a 2.000

ferência das variações sazonais do nível freático (elevação e rebaixamento), entre os períodos secos e chuvosos, bem como maior degradação ambiental por ocupação indevida.

No entanto as dunas, em conjunto com o Aquífero Barreiras, compõem um sistema aquífero integrado e interdependente. Estudos prévios mais antigos já tinham demonstrado que, no trecho litorâneo entre Natal e Touros, o Aquífero Barreiras é constituído predominantemente de seqüências arenosas que formam, juntamente com as dunas, um sistema hidráulico único, do tipo livre.

Tais afirmações foram constatadas por Melo (1995), na região de Natal, referindo-se às dunas e aos sedimentos Barreiras como constituindo um sistema hidráulico único, complexo e indiferenciado, denominado de Sistema Aquífero Dunas-Barreiras. Neste caso, as dunas exercem a relevante função de transferência das águas de infiltração (chuvas) em direção aos estratos arenosos inferiores do Aquífero Barreiras.

A elevada potencialidade do sistema aquífero Dunas-Barreiras (Tabela 3) resulta da integração de fatores climáticos (elevadas precipitações pluviométricas médias - 1500 a 2500 mm/ano), geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos (predomínio de rochas e sedimentos de natureza arenosa, pouco consolidados, porosos e permeáveis; feições de Tabuleiros Costeiros e cobertura de dunas fixas que favorecem a infiltração de águas de chuva e recarga dos aquífe-

ros), e hidrológicos (águas superficiais interagindo com as águas subterrâneas). O conjunto desses fatores favorece a recarga natural dos aquíferos, mediante recepção e infiltração de águas de chuva, armazenamento e renovação das reservas subterrâneas, resultando num elevado potencial de águas subterrâneas de excelente qualidade físico-química natural.

Assim, o complexo de dunas fixas da região de Natal, englobando o Parque das Dunas, Região de Sanvale e Lagoinha, compõe as mais importantes áreas de recarga natural dos aquíferos costeiros do município de Natal.

A preservação destas unidades geomorfológicas implicam na proteção, conservação e uso sustentável do sistema hídrico subterrâneo da região, tendo em vista que os impactos nos sistemas dunares (destruição das dunas e/ou remoção da cobertura vegetal) poderão comprometer as áreas de lagoas e/ou de recarga naturais, e com isso afetar o equilíbrio dinâmico e interações hidráulicas estabelecidas entre os campos de dunas fixas e o Aquífero Barreiras subjacente, ou, conforme já apresentado, no sistema aquífero Dunas-Barreiras.

Em termos globais, o volume d'água fornecido à Grande Natal, de conformidade com as demandas hídricas das cidades, é de $94 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, no qual as águas subterrâneas contribuem com 70% deste volume e o restante (30%) são águas bombeadas das lagoas de Jiqui e Extremoz (Melo e Queiroz, 1996)

Alternativas de Captação

As águas subterrâneas do aquífero Barreiras apresentam-se como o recurso mais favorável ao atendimento das demandas d'água da Região da Grande Natal, já que as estimativas das reservas exploráveis indicam uma ordem de grandeza de $300 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano, e as necessidades hídricas do sistema público de abastecimento serão no ano 2020 de cerca de $208 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano (Melo e Queiroz, 1996). O problema que se vislumbra é então de ordem qualitativa, pois, uma vez poluído o aquífero, seu potencial ficará evidentemente comprometido.

O suprimento hídrico da Grande Natal, na impossibilidade de uso das águas subterrâneas do Aquífero Barreiras, por motivos quaisquer, teria como alternativa a implantação de sistemas de custos excessivamente elevados, como é o caso da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, localizada a 200 km da cidade de Natal (Melo e Queiroz, 1996).

Aspectos de Qualidade e Degradação das Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas apresentam composição físico-química bem marcante nos distintos sistemas aquíferos do domínio litorâneo leste do RN, ora mais, ora menos influenciada pelos efeitos climáticos diretos, ou pelas características hidrogeológicas do arcabouço aquífero. Como se percebe, as águas subterrâneas do Aquífero Dunas-Barreiras são essencialmente doces, em condições naturais. A manutenção das condições naturais da recarga do sistema, em grande parte propiciada pela presença de campos de dunas fixas, possibilita o equilíbrio da interface água doce-água salgada, bem evidenciada em aquíferos costeiros como é o caso do Aquífero Dunas-Barreiras da área em foco. Portanto, a destruição das áreas de recarga natural do manancial, em conjunto com a exploração de águas subterrâneas para atender

as demandas urbanas sempre crescentes, poderá afetar o equilíbrio e permitir o avanço da cunha salina em direção ao continente, o que por sua vez poderá afetar os poços que captam água doce.

Estudos realizados na Zona Sul de Natal (Melo, 1995) mostraram que, em uma área expressiva da zona urbana, as águas subterrâneas estão contaminadas por nitratos, com teores superiores ao limite estabelecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que é de 45 mg/l. As águas distribuídas à população pela CAERN são, entretanto, de boa qualidade. Os riscos se verificam no caso de poços particulares localizados nos setores afetados (Melo e Queiroz, 1996).

Nitrato na Água

A camada sedimentar que recobre o lençol freático usado no abastecimento da Grande Natal, é bastante permeável, tornando-se fortemente propícia à infiltração de água, mas também vulnerável à penetração de dejetos líquidos.

Como a maior área da Grande Natal é desprovida de um sistema de esgotamento sanitário, os dejetos humanos são carreados para as fossas sépticas e sumidouros. As águas pluviais que infiltram no terreno lixiviam o íon amônio, contido nestes dejetos, transformando-o em nitratos, que são carreados para o lençol freático. A impermeabilização do solo deve acarretar, por sua vez, na concentração do nitrato no efluente acelerando o processo de destruição do aquífero.

O consumo de nitrato acima de 45mg/L, já pode trazer conseqüências à saúde (U.S.EPA, 2001). Em curto prazo os níveis excessivos de nitrato na água podem causar sérias doenças e até a morte. Em crianças são relatadas dificuldades respiratórias, vômito, diarreia e pele azulada. Em longo prazo o nitrato pode causar diurese, depósito de gordura, hemorragia no baço e até câncer. (U.S.EPA, 2001).

Tabela 3 – Dados sobre a água subterrânea na Grande Natal (modificado de Melo e Queiroz, 1996).

Mananciais	Reserva Potencial m ³	Reserv. Explorável m ³ /ano	Demanda anual m ³	Disponibilidade m ³ /ano
Aquífero Dunas/Barreiras	330 x 10 ⁶	280 x 10 ⁶	65,8 x 10 ⁶	214,2 x 10 ⁶
Lagoa de Jiqui	30 x 10 ⁶	15 x 10 ⁶	12 x 10 ⁶	3 x 10 ⁶
Lagoa de Extremoz	Sem informação	29 x 10 ⁶	16,3 x 10 ⁶	12,7 x 10 ⁶

A frente de avanço da contaminação do aquífero Dunas/Barreiras por nitrato (FAC) se expande radialmente, a partir do centro da cidade do Natal, avançando principalmente nos sentidos leste e sul (Vasconcelos, 2002). Este autor, com base em um grande número de análises, ainda afirma que, este avanço "vem aumentando assustadoramente, comprometendo a qualidade da água e tornando a recuperação do aquífero irreversível, em médio prazo." Entre os bairros de Neópolis e Capim Macio, por exemplo, os teores de nitrato chegam a 90 mg/l. Nesta região o aumento da área contaminada é de mais de 100 vezes entre 1988 e 2002 (Vasconcelos, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os campos de dunas enfocados testemunham a evolução de um intervalo de tempo geológico de centenas de milhares de anos sob condições ambientais diferentes das atuais. Por isto, após a sua destruição não serão naturalmente regeneradas. Estes campos apresentam funções ambientais bem definidas, a saber: funcionam como as mais importantes áreas de recarga dos aquíferos; equilibram a paisagem local que, sem eles, seria plana e monótona; são testemunhos vivos da história geológica e geográfica da cidade do Natal; possibilitam a persistência de importante reserva de flora e fauna característica; e, conseqüentemente, influencia no clima local.

O Campo de Dunas Pirangi/Potengi é um importante elo na dinâmica hídrica da cidade devido a sua morfologia, volume de

sedimentos presentes e cobertura vegetal. No entanto, apesar de representar importante elemento na captação e retenção das águas na cidade do Natal, está cerca de 80% ocupado e degradado em seus aspectos ambientais. Este elevado grau de degradação altera a dinâmica hídrica e favorece a contaminação e poluição do aquífero.

Como afirmam Melo et al. (1994), as águas subterrâneas da Região da Grande Natal constituem o recurso mais viável e seguro no atendimento as populações, não se cogitando outras alternativas. Primeiro, porque as mesmas são suficientes para suprir as demandas atuais e futuras e são de excelente qualidade em suas condições naturais. Com efeito, as reservas exploráveis do Sistema Aquífero Dunas/Barreiras são da ordem de grandeza de 300 x 10⁶ m³/ano e no ano 2020 as necessidades hídricas da população deverão ser da ordem 208 x 10⁶ m³, havendo, portanto um saldo de 72x10⁶ m³ para o atendimento a outras demandas, como é o caso do uso industrial. Tudo isto, sem considerar o uso das lagoas de Jiqui e Extremoz, que atualmente contribuem com 12 x 10⁶ m³ e 16 x 10⁶ m³/ano, respectivamente. Segundo, porque uma outra alternativa seria provavelmente a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, localizada a 200 km de Natal; esta opção, contudo, mostra-se impraticável, diante dos altos investimentos e elevados custos operacionais requeridos, quando comparada à disponibilidade de um manancial com características tão favoráveis como as águas subterrâneas em nosso município.

CONCLUSÕES

A cidade do Natal encontra-se em processo de degradação ambiental acelerada. Construída sobre campos de dunas, uma superfície de deflação e pequenos cursos de água e lagos, todos estão praticamente destruídos ou artificializados.

Em 3 décadas de crescimento a ação antrópica, sobre o meio físico da cidade do Natal, destruiu praticamente 80% do CDPP, uma área com elevado potencial para captação, infiltração e armazenamento de água subterrânea (Tabela 4). Enquanto este grave erro ocorreu por falta de conhecimento e de planejamento territorial e urbano, isto pode ser considerado como um engano lamentável. Agora, no entanto, com a crescente conscientização ecológica e o alerta de pesquisadores e da população mais esclarecida, a persistência deste tipo de erro deve ser considerada como uma infração ambiental e social grave.

Diante da importância que representam as águas subterrâneas da Grande Natal na qualidade de vida da população, e também em função da vulnerabilidade do sistema aquífero Dunas/Barreiras em ser afetado por poluentes gerados nas atividades do desenvolvimento urbano, é necessária a adoção de medidas de proteção das mesmas. Dentre estas medidas, está a preservação de áreas naturais de recarga dos mananciais subterrâneos remanescentes, tais como a Região de Lagoinha e Sanvale.

Diante do quadro de degradação ambiental em que a cidade se encontra, foram ressaltados os problemas referentes à poluição do Aquífero Dunas/Barreiras, das alterações substanciais no sistema hídrico superficial, da intensa modificação da paisagem e conseqüente destruição de ecossistemas, diminuindo substancialmente a qualidade de vida atual e futura da população natalense, com reflexos negativos óbvios no quadro social.

Percebe-se que os dados técnicos qualitativos e quantitativos apresentados e discutidos são suficientes para suprir os agentes gestores da cidade de informações necessárias à tomada de decisões no que diz respeito aos eventuais danos causados pela continuação das interferências na cidade. Existem informações suficientes para evidenciar que as interferências a muito já superaram o patamar do permissível, e de recuperação natural do meio hidroambiental urbano estudado.

Destaca-se que em Natal são encontrados pesquisadores e gestores capazes de desenvolver estudos de planejamento ambiental, preservação e recuperação destas áreas degradadas. Nossa sugestão é que sejam iniciadas as ações que possibilitem estes estudos e que, antes de um diagnóstico ambiental consubstanciado por dados quantitativos, transparente e aprovado pela comunidade científica, não se procedam mais alterações ambientais significativas na cidade do Natal, sob o risco de se destruir irreversivelmente as invejáveis condições de vida da cidade.

REFERÊNCIAS

- Amaral, Ricardo Farias do; Diniz Filho, José Braz; Fonseca, Vanildo Pereira da, 2005. Análise de Aspectos Geoambientais da Cidade do Natal, com ênfase à Região de Lagoinha (ZPA 05), Parecer apresentado ao Ministério Público da cidade do Natal. 26p.
- Medeiros, Tásia Hortêncio de Lima. 2001. Evolução geomorfológica, descaracterização e formas de uso das lagoas da cidade do Natal/RN. Dissertação de Mestrado (UFRN/PPGG) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 105p.
- Melo, José Geraldo de e Queiroz, Marcelo Augusto. 1996. Desenvolvimento dos recursos hídricos subterrâneos da região da Grande Natal - RN. Es-

Tabela 4 – Destruição de feições naturais em Natal. Os valores são estimados a partir da pesquisa bibliográfica, de medidas de campo e interpretação de produtos de sensoriamento remoto.

Feição Natural	Destruição irreversível
Campo de Dunas do Parque das Dunas	5%
Campo de Duna Pirangi/Potengi	80%
Lagoas ao sul do Rio Potengi	90%
Lagoas ao Norte do Rio Potengi	20%

trategia para el Próximo Siglo. Recursos Hídricos Subterráneos. ABAS - MG - Brasil/UNESCO-PHI. <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/estrategias/tapa.html>, em 2004

Melo, José Geraldo- Impactos do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal / RN. 1995. Tese de Doutorado. - USP, São Paulo, 1995.

Melo, José Geraldo; Rebouças, A. C.; Queiroz, M. A. 1994. Análise dos componentes hidrogeológicos da área de Natal / RN.- in: Congresso brasileiro de águas subterrâneas, 9º, Recife, PE, 1994- Anais - p. 471- 480

SERHID/RN - SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos do Rio Grande do Norte. Natal/RN (1998). 78 p.

U.S.EPA(U.S.ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). 1995. Drinking water regulations and health advisories. Offices of water . Disponível em: < <http://www.epa.gov>. > Acessado em 2001.

Vasconcelos, N. S. 2002. O avanço da contaminação por Nitrato nas águas subterrâneas da zona sul de Natal, RN. Dissertação de Mestrado (UFRN/PPGEO),. 98p.

MODO DE VIDA DE *NEITHEA COQUANDI* DROUET, 1825 (BIVALVIA), DO EO-ALBIANO EM SERGIPE

Maria Helena Hessel ¹

Priscila Aragão do Nascimento e Maia ²

¹ PRH-26/ANP/FINEP/UFPE, helena.hessel@ufpe.br

² Universidade Federal de Sergipe, cilamaia@yahoo.com.br

RESUMO Esta investigação apresenta um estudo morfológico e paleoecológico de *Neithea* (*Neithea*) *coquandi* (Mollusca Bivalvia) proveniente dos siltitos eo-albianos da Formação Riachuelo na localidade de Espírito Santo 1, município de Riachuelo, Sergipe. A concha de *Neithea coquandi* dos exemplares examinados é pequena, subtrigonal, com valva direita muito convexa e a esquerda, menor e levemente côncava, e aurícula anterior um pouco maior do que a posterior. A linha paleal é contínua, e a marca dos músculos adutores na região mediana e posterodorsal é reniforme. *N. coquandi* era um pectínídeo provavelmente bentônico epifaunal que vivia sobre substratos moles, em posição reclinada, preso por um curto bissus situado logo abaixo da aurícula anterior, mais desenvolvida. *Neithea coquandi* possivelmente era uma espécie suspensívora que vivia sob águas marinhas rasas temperadas, bem oxigenadas e de boa circulação, abaixo do nível de agitação das ondas, em substrato fino e mole de frentes de leques aluviais. Em Espírito Santo 1, a ocorrência de *Neithea* parece ter sido pouco transportada, ou mesmo depositada *in situ*.

Palavras-chave: *Neithea*, Bivalvia, Albiano, Sergipe, paleoecologia

ABSTRACT PALEOECOLOGY OF *NEITHEA COQUANDI* DROUET, 1825 (BIVALVIA) FROM EARLY ALBIAN OF SERGIPE, BRAZIL This paper presents a morphologic and paleoecologic study of *Neithea* (*Neithea*) *coquandi* (Mollusca Bivalvia) proceeding from Early Albian siltstones of Riachuelo Formation in the locality of Espírito Santo 1, Riachuelo District, Sergipe, Brazil. The shell of *N. coquandi* of the examined samples is small, subtrigonal, with right valve very convex and the left valve, minor and lightly concave. The anterior auricle is a little bigger than the posterior one. The hinge is composed for two very long cardinal teeth in right valve, and two minute teeth and two long and flat sockets in left valve. The pallial line is continuous, subparallel to the margin, and the adductor muscle scar is reniform. *N. coquandi* was a pectinid probably epibyssate that lived reclined on soft substrata. With its longitudinal ribs, probably it made a depression in the substratum and searched protection near the algae or other organisms, to help the byssus in its function to keep the organism in relatively steady position. *N. coquandi* was possibly a suspensivorous species that lived under shallow and well oxygenated marine waters, below of the wave level, in the fine and soft substratum of alluvial fans. In Espírito Santo 1, the *Neithea* occurrence seems to have a deposition with little transport or *in situ*.

Keywords: *Neithea*, Bivalvia, Albian, Sergipe, paleoecology

INTRODUÇÃO

O presente trabalho descreve algumas conchas de *Neithea coquandi* coletadas na Formação Riachuelo e interpreta, com base nos princípios de morfologia funcional estabelecidos por Seilacher (1983) e na fauna e litologia associada, seu modo e ambiente de vida, tendo em vista ser este um fóssil muito abundante nesta unidade da Bacia de Sergipe. Também é apresentada uma listagem das diversas ocorrências geográficas e no tempo geológico do gênero *Neithea*, especialmente em estratos brasileiros.

O Cretáceo foi um período no qual houve grandes transformações na superfície da Terra. O clima quente e uniforme favoreceu o degelo das calotas polares e grandes transgressões marinhas, o que, juntamente com a formação de novas áreas oceânicas pela fragmentação da Pangea, possibilitou o surgimento de muitos novos biótopos marinhos. Os mares cretácicos, em geral quentes e rasos, eram habitados por grande diversidade de organismos bentônicos, dentre os quais se destacavam os moluscos e os equinóides, e nectônicos, como os peixes e ictiosauros. Formas plancônicas de foraminíferos, dinoflagelados e nano-algas eram também extremamente abundantes. Nas plataformas carbonáticas dos mares epicontinentais tetianos deste período se desenvolveram extensos recifes de corais escleractíneos, bivalvíos rudistas e algas verdes calcárias.

Segundo Kauffman (1973), os bivalvíos estão entre os grupos de moluscos que tenderam a se dispersar mundialmente durante o final do Jurássico e início do Cretáceo, com formas cosmopolitas ou biogeograficamente restritas a águas tropicais ou temperadas. *Neithea* é um dos 86 gêneros e

subgêneros listados por este autor como as mais importantes formas cosmopolitas de moluscos durante o Cretáceo.

A morfologia da concha dos bivalvíos reflete diretamente seu modo de vida, sendo o formato da concha, o tipo de articulação das valvas, a linha cardinal e impressões musculares, algumas das feições geralmente analisadas para a reconstrução do modo de vida desses organismos. Segundo Stanley (1970), os bivalvíos vivem de modo endobentônico (enterrados a maiores ou menores profundidades ou perfurando cavidades), epibentônico livre ou fixo ao substrato, ou nectônico. As formas epifaunais podem ser reclinantes (como as lambretas), pendentes (como os mexilhões), cimentantes (como as ostras) ou natantes (como os pectinídeos); e formas infaunais vivem enterradas no substrato (como os mariscos) ou perfuram madeiras, rochas e cascos de embarcações (como o gênero *Teredo*).

No Brasil o Cretáceo está representado em diversas bacias sedimentares ao longo da costa leste, formadas durante a abertura do Atlântico Sul, assim como em algumas pequenas bacias interiores. A Bacia de Sergipe, aqui compreendida como a parte sul da Bacia de Sergipe-Alagoas, é estruturalmente um meio-graben que mergulha para sudeste, e cuja porção emersa é representada por uma faixa de 20 a 50km de largura que acompanha o litoral (Reyment et al., 1976). A sedimentação cretácica francamente marinha foi estabelecida no final do Neo-aptiano (Formação Riachuelo), como uma estreita plataforma carbonática rasa (Souza-Lima, 2002). Durante o Cenomaniano iniciou-se uma grande transgressão marinha, cujo ápice ocorreu no Eoturoniano, desenvolvendo uma extensa ram-

pa carbonática na plataforma continental, correspondente à Formação Cotinguiba. A deposição de sedimentos carbonáticos prosseguiu até o Mesoconiaciano, resultando na deposição dos siliciclásticos de talude da Formação Calumbi. No Terciário, um rebaixamento eustático, devido à expansão do Atlântico Sul, causou a regressão de suas águas, expondo e erodindo as formações cretácicas já depositadas, hoje aflorantes na estreita faixa mencionada (Souza-Lima, 2002).

A Formação Riachuelo, de onde provêm os fósseis aqui estudados, aflora principalmente nos municípios de Riachuelo, Divina Pastora, Laranjeiras, Rosário do Catete e Maruim. Subdivide-se em três membros: Angico, Taquari e Maruim. O Membro Angico é composto por conglomerados e arenitos, cujo ambiente deposicional é interpretado como de leques sub-aquosos e áreas costeiras. O Membro Taquari compreende uma alternância cíclica de margas e folhelhos, que se interdigitam com os clásticos do Membro Angico e os carbonatos do Membro Maruim. O Membro Taquari representa a deposição nas porções mais profundas da bacia, adjacentes aos bancos algais e oolíticos/oncolíticos do Membro Maruim.

Os primeiros estudos paleontológicos sobre a Bacia de Sergipe foram realizados em 1865-1866 por Hartt durante a 'Expedição Thayer'. Os resultados desta viagem à América do Sul foram publicados por White em 1887, que descreveu dezenas de gastrópodos e bivalvíos fósseis do Cretáceo sergipano. Mais tarde, Maury (1937) descreveu e nomeou estes espécimes investigados por White, adicionando outros coletados por Moraes Rego. Karl Beurlen, na década de '60, ampliou o conhecimento so-

bre a malacofauna cretácica de Sergipe, propondo também um biozoneamento para a Formação Riachuelo com base em amonóides (1961a, 1961b, 1961c, 1963, 1964a, 1964b e 1973).

A partir da década de '80, as investigações sobre bivalvíos cretácicos de Sergipe têm sido realizadas por Hessel (1986, 1988, 2004a, 2004b e 2005; Hessel & Filizola, 1991; Hessel & Condé, 1995a, 1995b). Recentemente, Andrade *et al.* (2004) revisaram taxonomicamente o gênero *Neithea* ocorrente em todo o Brasil. Conchas de bivalvíos na Formação Riachuelo são extremamente abundantes, especialmente as pequenas valvas esbranquiçadas de *Neithea*, *Myophorella* e de ostreídeos. Segundo Hessel (2005), há também muitos moldes de conchas dos gêneros *Cardium*, *Isocardia*, *Crassatellites*, *Homomya*, *Liopistha*, *Pitaria* e *Pleuromya*. Conchas e moldes externos do gênero *Gervillia* são encontrados localmente em áreas próximas a antigos bancos carbonáticos (Hessel, 2004b). Valvas dos gêneros *Exogyra*, *Modiola*, *Anditrigonia*, *Mesolinga*, *Aguileria* e *Lima*, que viviam em planícies aluviais ou no fundo de lagunas, ocorrem também com bastante frequência nos sedimentos desta formação.

Neithea foi muito abundante nos mares rasos cretácicos. Os primeiros registros de conchas deste gênero estão no Barreniano, sendo os últimos ao final do Mastrichtiano. Dentre as ocorrências de *Neithea* podem ser mencionados os registros no Barreniano em Trinidad (Cox, 1954), Japão (Hayami & Noda, 1977), Inglaterra, França, Suíça, Áustria e Bulgária (Dhondt, 1973), no Neocomiano de Trinidad, México e América do Norte (Cox, 1954), Madagascar (Hertlein, 1969), Etiópia (Dacqué,

1905), Tanzânia, Algéria, França, Alemanha, Suíça e Bulgária (Dhondt, 1973), e no Aptiano do Japão (Hayami & Noda 1977), e da França, Inglaterra, Suíça, Líbano e Tanzânia (Dhondt, 1973).

No Albiano (Fig.1), este gênero é cosmopolita, ainda que com poucas espécies, ocorrendo em: Madagascar (Bassé, 1934), Índia e África do Sul (Rennie, 1930 e 1936), Angola (Soares, 1963), Somália (Darteville & Freneix, 1956), Gabão (Perón, 1891), Algéria, Iraque, Israel e Jordânia (Dhondt, 1973), Japão (Hayami & Noda, 1977), Peru (Willard, 1966), Colômbia (Bürgel, 1954), Brasil (White, 1887; Maury, 1925 e 1937; Magalhães & Mezzalira, 1953; Simone & Mezzalira, 1994; Freitas, 2001; Andrade et al., 2004), Trinidad (Cox, 1954), Estados Unidos e Europa de modo geral (Hertlein, 1969). No Cenomaniano, *Neithea* ocorre nos Estados Unidos (Cobban, 1977), Tunísia (Darteville & Freneix, 1956), Angola (Soares, 1963), Algéria, Líbano e Síria (Blankenhorn, 1934), Israel (Lewy & Raab, 1976), Iraque, Jordânia, Índia, Espanha, França, Inglaterra, Bélgica, Alemanha, Polônia, Iugoslávia e Tchecoslováquia (Dhondt, 1973), Suíça e Portugal (Silva, 1963), México (Böse, 1910) e Brasil (Magalhães, 1952; Andrade et al., 2004). No Turoniano há menções de *Neithea* na Europa de modo geral (Dhondt, 1973), na China (Jinhua, 1986), Madagascar (Andrade et al., 2004) e Brasil (Magalhães & Mezzalira, 1953; Simone & Mezzalira, 1994). No Senoniano, os registros estão em Madagascar (Collignon, 1968), África do Sul (Newton, 1909), Moçambique (Silva, 1965), Angola (Carvalho, 1960), Peru e Algéria (Perón, 1891), Nigéria, Somália, Índia, Síria, União Soviética, Portugal, Espanha, França, Holanda, Bélgica, Alemanha, Bulgária, Iugos-

lávia, Polônia e Suécia (Dhondt, 1973) e Jamaica (Chubb, 1955).

No Brasil as conchas de *Neithea* são comumente bem preservadas, dominando a fauna em certos níveis sedimentares, principalmente do Albiano da Bacia de Sergipe. Descrições taxonômicas foram apresentadas por White (1887), Maury (1925 e 1937), Oliveira (1939), Brito (1967), Klein & Ferreira (1979) e Muniz (1993). Andrade et al. (2004), secundando Simone & Mezzalira (1994), reconheceram cinco espécies de *Neithea* ocorrentes no Brasil. Quatro delas pertencem ao subgênero *Neithea*: *N. (N.) hispanica*, *N. (N.) coquandi*, *N. (N.) alpina* e *N. (N.) bexarensis*. A outra espécie pertence ao subgênero *Neithella*: *N. (N.) notabilis*. Assim, segundo Andrade et al. (2004), nos estratos neo-aptianos a cenomanianos das bacias de Sergipe, Camamu, São Luís e possivelmente Tucano Sul ocorre *N. coquandi* Drouet, 1824 (incluindo, neste táxon, por sinonímia, *N. quadricostata* Maury, 1925 e *N. nana* Ferreira & Klein, 1979); no Albiano da Bacia de Camamu ocorre *N. alpina* (d'Orbigny, 1847), sinônimo de *N. bahiaensis* descrita por Brito (1967); nos depósitos neo-albianos a eoturonianos da Bacia de Sergipe ocorre *N. hispanica* (d'Orbigny, 1850), incluindo neste táxon *N. sergipensis* White, 1887, por sinonímia; no Cenomaniano desta mesma bacia, encontra-se *N. notabilis* (Münster in Goldfuss, 1833); e nos estratos campanianos da Formação Gramame na Bacia da Paraíba ocorre *N. bexarensis* Stephenson, 1941 (ex- *N. latericostata* Muniz, 1993).

MATERIAL E MÉTODOS

Esta investigação foi desenvolvida tendo por base exemplares de conchas ou

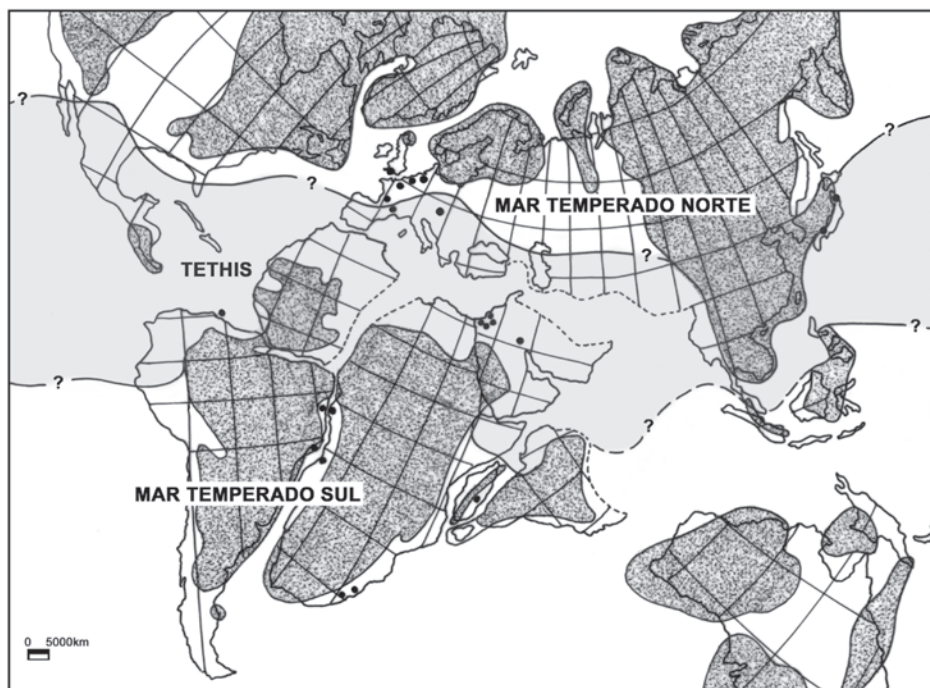


Figura 1 - Distribuição do gênero *Neithea* nos mares albianos (pontos pretos; mapa baseado em Ramsay, 1973 e Kauffman, 1979).

valvas fósseis coletadas por M.H. Hessel em 1989 na localidade de Espírito Santo 1, município de Riachuelo, Sergipe, descrita em Hessel & Carvalho (1988). Esse afloramento, em corte de estrada, apresenta siltitos maciços de cor creme-claro, representantes do Membro Angico da Formação Riachuelo. Apresenta-se localmente coquinóide, com macrofósseis ocorrendo de modo abundante, distribuídos em toda sua extensão. Além de pequenas valvas de *Neithea*, há abundantes pequenas e finas conchas de diferentes espécies de ostreídeos, alongadas e diminutas conchas de *Turritella* spp, e conchas coloridas de gastrópodos do gênero *Mesoneritina*. Frequentes são escamas e restos de peixes, e, valvas de pterotrigonídeos. Pouco comuns são outros gastrópodos do gênero *Cerithium* e pequenos

amonóides do gênero *Douvilleiceras*, que data estas camadas como eo-albianas.

O material estudado é composto por 15 exemplares (dois bivalves, sete valvas direitas e seis valvas esquerdas), depositado na coleção de fósseis invertebrados da Fundação Paleontológica Phoenix, Aracaju, sob os números ES-01-43 a ES-01-57. Os espécimes foram preparados com broca vibradora e estiletes de modo convencional.

MORFOLOGIA DE *NEITHEA COQUANDI*

Neithea pertence à subclasse Pteriomorpha, à ordem Pterioidea e à família Pectinidae. O gênero compreende dois subgêneros: *Neithea* e *Neithella*. O primeiro subgênero tem por diagnose, concha simétrica, valva direita com seis costelas principais e número variável de cos-

telas secundárias em cada interespaço; valva esquerda aproximadamente chata ou levemente côncava; aurículas sub-iguais (Fig.2; Dhondt, 1973). *Neithella* tem por diagnose, concha assimétrica, inequilate-

valvas direitas mostram pequena variação na largura (de 14 a 23mm) e no comprimento (de 17.2 a 27mm). O valor médio da relação h/l é de 1.23, revelando valvas direitas levemente alongadas no eixo h (Tabela 1; Fig.2).

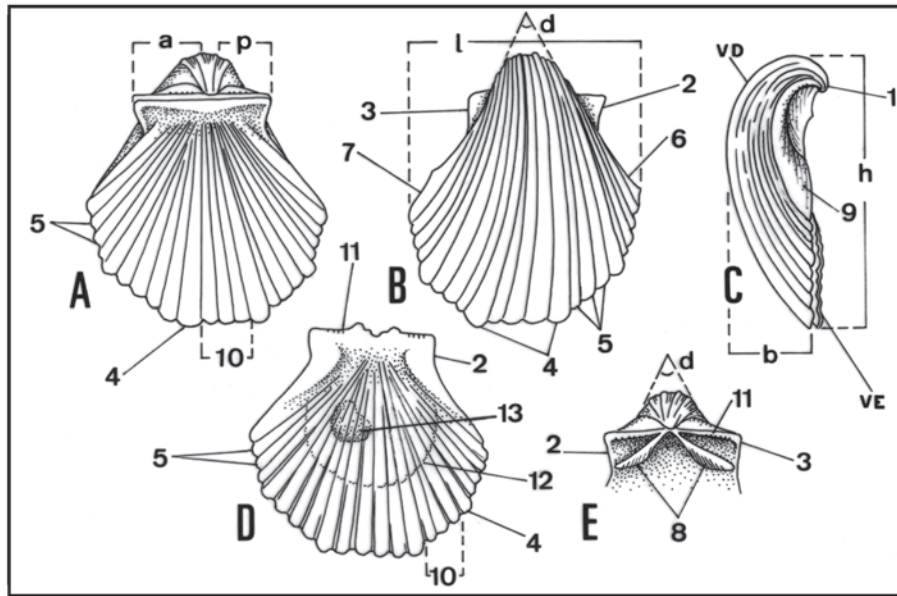


Figura 2 - Morfologia e medidas das valvas de *Neithea* (*Neithea*): A - vista externa da valva esquerda; B - vista externa da valva direita; C - vista lateral da concha; D - vista interna da valva esquerda; E - vista parcial interna da valva direita; l - largura, isto é, dimensão máxima da valva, paralela à linha cardinal; h - comprimento, isto é, dimensão máxima perpendicular à l; b - convexidade máxima da valva direita; a - dimensão máxima da margem dorsal da aurícula anterior; p - dimensão máxima da margem dorsal da aurícula posterior; d - ângulo do umbo; VD - valva direita; VE - valva esquerda; 1 - umbo; 2 - aurícula anterior; 3 - aurícula posterior; 4 - costelas principais; 5 - costelas secundárias intercalares; 6 - área lateral anterior; 7 - área lateral posterior; 8 - dente cardinal; 9 - linhas de crescimento; 10 - espaço intercalar; 11 - pontuações; 12 - linha paleal; 13 - marca dos músculos adutores.

ral, relativamente pequena; valva com quatro a seis costelas com finas estrias nos interespaços; aurícula anterior usualmente pontuda e muito mais larga do que a posterior (Dhondt, 1973).

A concha de *Neithea coquandi* dos exemplares examinados no presente trabalho é pequena, subtrigonal, fina, inequilateral, com valva direita muito convexa e a esquerda menor e levemente côncava. Suas

A valva direita é externamente ornamentada por seis costelas mais proeminentes, entre as quais há três ou quatro costelas intercalares secundárias, menores, irregularmente desenvolvidas e distribuídas. As costelas principais costumam ser proeminentes desde o umbo. Linhas de crescimento são visíveis em toda a valva.

As áreas laterais são levemente encurvadas para fora, lisas, mostrando tam-

bém finas linhas de crescimento (Fig.4:f). O umbo, na valva direita, é subquadrado, muito proeminente e recurvado, pouco estreito, com ângulo médio de 54° (Tabela 1; Fig.4:i). As valvas esquerdas são sempre menores do que as valvas direitas (Tabela 1; Fig.4:h), em geral ligeiramente côncavas e onduladas. A relação h/l fica em torno de 1.07, demonstrando também que são menos alongadas no sentido do eixo h. São ornamentadas externamente por costelas cuja disposição é determinada pela impressão em negativo das costelas da valva direita. O número de costelas secundárias pode variar de duas a quatro em cada espaço intercalar, embora três seja o número amplamente dominante. As costelas principais de ambas as valvas são mais longas que as demais, tornando o bordo digitado. O umbo é pouco proeminente, com ângulo bem mais largo do que a valva direita, sendo em média de 70° (Tabela 1). Em um exemplar, observam-se tubos calcáreos de serpulídeos

na superfície exposta (Fig.4:j).

As aurículas são pequenas a médias no tamanho (Tabela 1), sempre se apresentando lisas, deixando entrever apenas linhas de crescimento, (Fig.4:i). A aurícula anterior é um pouco maior (cerca de 2.7 a 6.8mm), formando um ângulo agudo com a margem dorsal. A posterior, menor (cerca de 2.6 a 5.6mm), forma com a margem dorsal um ângulo quase reto. A carneira é composta por dois dentes cardinais divergentes muito longos na valva direita estriados, levemente encurvados, sub-iguais e bastante profundos em relação à margem dorsal (Fig.4:g). A valva esquerda mostra dois diminutos dentes curtos e lisos, que se sobressaem sub-centralmente na linha cardinal (Fig.4:o), sendo acompanhados mais internamente por dois longos e rasos alvéolos, junto à linha que separa as aurículas do resto da valva. A linha paleal é contínua, subparalela à margem livre (Fig.4:o). Uma única marca dos músculos adutores reunidos encontra-se na

Tabela 1 - Medidas (em mm) dos espécimes de *Neithea (Neithea) coquandi* da Bacia de Sergipe: l = largura da valva; h = comprimento da valva; h/l = relação comprimento/altura da valva; b = convexidade da valva direita; h/b = relação comprimento/convexidade; d = ângulo do umbo; a = comprimento da aurícula anterior; p = comprimento da aurícula posterior (* = fragmentado); vd = valva direita; ve = valva esquerda.

Valva	Exemplar	l	h	h/l	b	h/b	d	a	p
direita	ES-10-43	17.4	20.7	1.19	08.8	2.35	50°	5.0	4.3
	ES-10-44	22.9	27.0	1.18	10.6	2.55	54°	-	-
	ES-10-45	13.9	17.2	1.24	07.0	2.46	51°	3.7*	3.3
	ES-10-46	18.5	22.9	1.24	10.0	2.29	51°	5.0*	4.3
	ES-10-47	16.6	22.6	1.36	09.2	2.46	50°	5.2	3.9
	ES-10-48	17.1	20.9	1.22	08.8	2.38	57°	4.2	4.1
	ES-10-49	18.0	22.0	1.22	09.5	2.31	63°	3.8	3.2
bivalve	ES-10-50 vd	23.0	26.7	1.16	11.2	2.32	59°	6.8	5.6
	ES-10-50 ve	22.2	22.6	1.01	-	-	-	-	-
	ES-10-51 vd	18.5	23.1	1.25	09.0	2.62	53°	4.7	4.0
	ES-10-51 ve	17.7	19.3	1.09	-	-	-	-	-
esquerda	ES-10-52	14.6	15.2	1.04	-	-	79°	-	-
	ES-10-53	10.0	10.6	1.05	-	-	58°	-	-
	ES-10-54	10.0	11.8	1.18	-	-	-	-	-
	ES-10-55	16.0	17.0	1.06	-	-	-	5.2	-
	ES-10-56	10.0	11.0	1.10	-	-	75°	2.7	2.6
	ES-10-57	13.0	13.2	1.01	-	-	70°	4.4	4.0

região mediana e posterodorsal interna das valvas, sendo grande, circular, quase reniforme (Fig.4:o).

MODODEVIDADENEITHEACQUANDI

Neitheia (Neitheia) coquandi é um pectínídeo de concha inequilateral, com a valva esquerda muito pequena e plana, e a valva direita muito convexa (em torno de 8mm; Tabela 1), sugerindo ter sido uma forma bentônica que vivia sobre substratos moles. Com sua longa linha cardinal, provavelmente sua posição de vida era reclinada, com a valva esquerda menor para cima, ficando o plano de comissura das margens livres inclinado em relação ao substrato (Fig.3). Segundo Stanley (1970), pectínídeos com linha cardinal curta e umbo com ângulo do muito grande costumam ser natan-tes, sendo os demais presos por bissus. Esta parece ter sido a situação de *Neitheia coquandi*, pois a média do ângulo do umbo da valva direita gira em torno de 54°. Sendo provavelmente uma espécie epifaunal, viveria presa por um curto bissus, que sairia entre as valvas em sua margem anterior, logo abaixo da aurícula. Essa hipótese é reforça-

da pelo desenvolvimento maior da aurícula anterior, que então auxiliaria o animal a manter sua estabilidade nesta posição. Assim, esta forma epibissada viveria com sua porção anterior junto à superfície do substrato. Este modo de vida estaria também relacionado ao fato de ser uma forma monomiária, que permite o animal manter sua concha firmemente fechada em situação de perigo, quer por ataque de um predador, quer por condições adversas do meio.

Segundo Barnes (1981), alguns pectínídeos bentônicos recentes se utilizam de um jato d'água para efetuar uma depressão no substrato onde então se alojam, processo este que poderia ter sido adotado por *Neitheia coquandi*. Isto facilitaria sua estabilidade, ainda que talvez buscassem também a proteção de alguma alga ou de outro organismo para evitar sua eventual remoção por correntes de água. Também a ornamentação de costelas longitudinais, umas mais desenvolvidas do que outras, auxiliaria o bissus em sua função de manter o organismo em posição relativamente estável. Provavelmente, com esse tipo de vida, os representantes desta pequena espécie não poderiam supor-

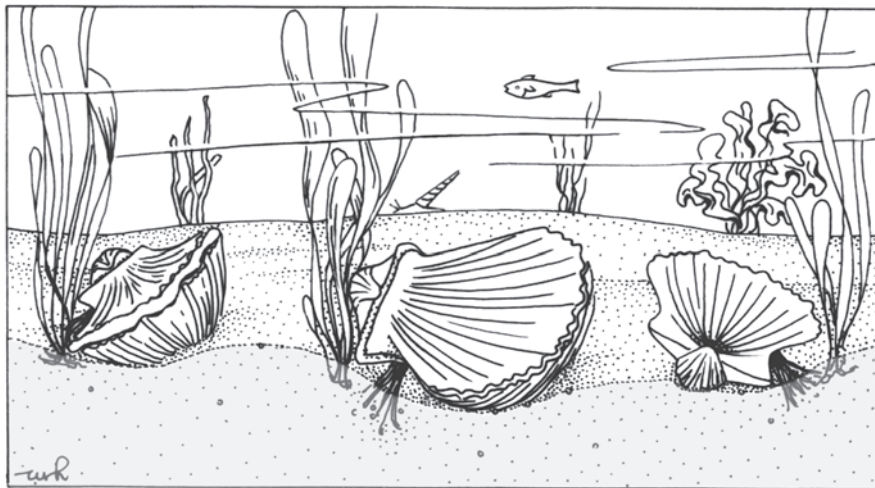


Figura 3 - Reconstrução do modo de vida de *Neitheia coquandi*, ocorrente na Formação Riachuelo em Sergipe, como uma forma de bívulvio bissado provavelmente reclinante em substrato mole.

tar grande agitação das águas, quando seriam facilmente virados com a valva maior para cima, causando considerável transtorno para movimentar suas valvas.

Os pectinídeos são tidos como habitantes de águas marinhas e *Neithea coquandi* também parece ter sido, dada à presença de ostreídeos e amonóides que lhe são associados no afloramento em Sergipe. Os ostreídeos também indicam águas rasas, o que está de acordo com a hipótese formulada por Seilacher *et al.* (1985) de que os pectinídeos mesozóicos eram de águas pouco profundas. A ocorrência de tubos calcários de vermes serpulídeos sobre valvas e de gastrópodos coloridos corrobora esta afirmativa. A interpretação paleoambiental corrente para os clásticos finos do Membro Angico da Formação Riachuelo é de que representam uma sedimentação em mar raso, logo à frente dos arenitos conglomeráticos de leques aluviais vindos do continente (Cainelli *et al.*, 1988).

A presença de ostreídeos e serpulídeos também indica águas bem oxigenadas e de boa circulação, o que é bem provável dada a variedade e abundância de organismos encontrados em Espírito Santo 1. Entretanto, pelo tipo de sedimento fino no qual se encontram as conchas de *Neithea coquandi* sugerem que esta movimentação não era muito grande, ficando a região abaixo do nível de agitação das ondas. Este ambiente seria adequado ao modo de vida inferido neste trabalho para *Neithea coquandi*.

Quanto à temperatura das águas onde viveriam os representantes de *Neithea coquandi*, parece que não teria sido tropical, ainda que não se tenha evidências diretas para esta hipótese. A ausência de bivalvíos rudistas e de animais perfurantes nos mares cretáceos tem sido utilizada como indicador seguro de águas não tropicais (Kauffman, 1973). Efetivamente, não foram encontrados até o momento estes organismos em Espírito Santo 1, bem como em regiões circunvizini-

has. No Albiano há registros de *Neithea* tanto no mar tropical de Thetis como nos mares temperados ao norte e ao sul dele (Fig.1).

O gênero *Neithea* tem concha pouco espessa e frágil, sendo compreensível que muitos de seus exemplares apresentem aurículas e margens fraturadas, o que pode ter ocorrido quer durante sua deposição ou em sua diagênese. Em Espírito Santo 1, a ocorrência de *Neithea* parece ter sido pouco transportada, ou mesmo depositada *in situ*, pois há organismos de diversos tamanhos, demonstrando não haver a seleção granulométrica típica de transporte aquático. O fato de haver maior frequência de valvas desarticuladas provavelmente é devida à fraca articulação de sua charneira.

É interessante observar que as pequenas valvas calcárias de *Neithea coquandi*, tão comuns nos sedimentos albianos da Formação Riachuelo, se configuram em excelente exemplo para estudos de morfologia funcional em bivalvíos, principalmente dada à sua excelente preservação. Juntamente com investigações similares sobre outras espécies da paleomalacofauna sergipana, este trabalho pode contribuir para reconstruções paleoambientais mais acuradas que mostrem a rica biodiversidade dos mares cretácicos no Brasil.

CONCLUSÕES

No presente trabalho sobre *Neithea* da Formação Riachuelo em Sergipe, foi possível determinar algumas de suas feições características relacionadas a seu possível modo e ambiente de vida, como se segue:

- a. A concha de *Neithea coquandi* dos exemplares examinados é pequena, subtrigonal, com valva direita muito convexa e a esquerda, menor e levemente côncava, com valor médio da relação comprimento/ largura de 1,23, e aurícula anterior um pouco maior do que a posterior. A charneira é compos-

ta por dois dentes cardinais muito longos na valva direita, e dois diminutos dentes na valva esquerda, sendo acompanhados por dois longos e rastos alvéolos; a linha paleal é contínua, subparalela à margem e a marca dos músculos adutores na região mediana e posterodorsal interna das valvas é reniforme.

- b. *Neithea (Neithea) coquandi* era provavelmente um pectínídeo bentônico epifaunal que vivia sobre substratos moles, em posição reclinada, preso por um curto bissus situado logo abaixo da aurícula anterior, mais desenvolvida. Com suas costelas longitudinais, provavelmente efetuava uma depressão no substrato e buscava alguma proteção junto a algas ou outros organismos para auxiliar o bissus em sua função de manter o organismo em posição relativamente estável.
- c. *Neithea coquandi* possivelmente era uma espécie que vivia sob águas marinhas rasas, bem oxigenadas e de boa circulação, abaixo do nível de agitação das ondas, em substrato fino e mole de frentes de leques aluviais
- d. As *Neithea* em Espírito Santo 1 parecem ter sido pouco transportadas, ou mesmo depositadas *in situ*, pois há organismos de diversos tamanhos, demonstrando não haver a seleção granulométrica típica de transporte aquático.

Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Dr. Alberto Correa de Vasconcellos (UFS) pela criteriosa leitura crítica, ao Prof. Dr. Gorki Mariano (UFPE) e Prof. Antonio Carlos Carvalho Barreto (UFS) pelas sugestões de melhoria e colaboração em diversas ocasiões, e a José Antônio Barbosa e Maria Caroline do Nascimento (UFPE) pelas fotografias efetuadas.

REFERÊNCIAS

- Andrade, E.J., Seeling, J., Bengtson, P. & Souza-Lima, W. 2004: The bivalve *Neithea* from the Cretaceous of Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, Amsterdam, 17: 25-38.
- Barnes, R.D. 1981: *Zoología de los invertebrados*. Nueva Editora Interamericana, Mexico, 826p.
- Bassé, E. 1934: Étude géologique du Sud-Ouest de Madagascar. *Memoires de la Société Géologique de France*, Paris, série A, 24: 5-157.
- Beurlen, K. 1961a: Observações sobre a Formação Riachuelo, Cretáceo Inferior, Sergipe. *Jornal do Clube de Mineralogia de Recife*, Recife, 2(3/4): 51-55.
- Beurlen, K. 1961b: O Turoniano marinho no Nordeste do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 10(2): 39-52.
- Beurlen, K. 1961c: Die Kreide im Küstenbereich von Sergipe bis Paraíba do Norte (Brasilien). *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, Hamburg, 112(3): 378-384.
- Beurlen, K. 1963: O termo formação na terminologia estratigráfica, ilustrado pelas formações Maruim e Gramame (Cretáceo do Nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 35(3): 327-338.
- Beurlen, K. 1964a: Notas preliminares sobre a fauna da Formação Riachuelo. *Boletim de Geologia da Universidade de Recife*, Recife, 4: 29-38.
- Beurlen, K. 1964b: As espécies dos Cassiopinae, nova subfamília dos Turritellidae no Cretáceo do Brasil. *Arquivos de Geologia da Universidade de Recife*, Recife, 4: 1-44.
- Beurlen, K. 1973: A Paleontologia na Geologia do Cretáceo no Nordeste brasileiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 43(Supl.): 89-101.

- Blanckenhorn, M. 1934: Die Bivalven der Kreideformation von Syrien-Palästina nebst einem ergänzenden Anhang über Brachiopoden, Gastropoden und Pteropoden und einen Überblick über die gesamte Molluskenfauna. *Paläontographica*, Stuttgart, 81A: 161-296.
- Böse, E. 1910: Monografía geológica y paleontológica de Cerro de Muleros, cerca de la ciudad Juarez, Chile. *Boletín del Instituto Geológico de México*, México, 25: 1-54.
- Brito, I.M. 1967: Novas ocorrências de lamelibrânquios no Cretáceo da Bahia. *Notas Preliminares e Estudos da DGM*, Rio de Janeiro, 139: 1-9.
- Bürgel, H. 1954: El Cretáceo Inferior en los alrededores de Villa de Leiva (Bocaya). *Boletín Geológico*, Bogotá, 1(10): 5-22.
- Cainelli, C., Babinski, N.A., Santos, R.C.R. & Uesugui, N. 1988: Sedimentos albosantonianos da Bacia de Sergipe-Alagoas: ambientes de sedimentação e perspectivas petrolíferas. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 17(2) [por 1987]: 85-88.
- Carvalho, G.S. 1960: Sobre os depósitos cretácicos do litoral de Angola. *Boletim dos Serviços de Geologia e Minas de Angola*, Luanda, 1: 37-48.
- Chubb, L.J. 1955: The Cretaceous succession in Jamaica. *Geological Magazine*, Cambridge, 92(3): 177-195.
- Cobban, W.A. 1977: Characteristic marine molluscan fossils from the Dakota sandstone and intertongued Marcos Shale, West-Central New Mexico. *Geological Survey Professional Paper*, Washington D.C., 1009: 1-30.
- Collignon, M. 1968: Le Crétacé Supérieur de Madagascar dans l'état actuel de nos connaissances. *Memoir of the Geological Society of India*, Calcutta, 2: 320-334.
- Cox, L.R. 1954: Lower Cretaceous Mollusca from Pointe-a-Pierre, Trinidad. *Journal of Paleontology*, Lawrence, 28(5): 622-636.
- Dacqué, E. 1905: Beiträge zur Geologie des Somalilands: Untere Kreide. *Beiträge zur Paläontologie und Geologie*, München, 17, 7-20.
- Dartevelle, E. & Freneix, S. 1956: Mollusques fossiles du Crétacé de la côte occidentale d'Afrique du Camérout à l'Angola : Lamelibranches. *Annales du Musée Royal du Congo Belge, Sciences Géologiques*, Tervuren, 20(8) : 1-174.
- Dhondt, A.V. 1973: Systematic revision of the subfamily Neitheinae (Pectinidae, Bivalvia, Mollusca) of the European Cretaceous. *Mémoire d'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, Brüssel, 176 : 1-101.
- Drouet, J. 1825: Sur un nouveau genre de coquille de la famille des Arcacées et description d'une nouvelle espèce de Modiole fossile. *Mémoire de la Société Linéenne*, Paris, 3: 183-192.
- Freitas, M.V. 2001: *Hartt: expedições pelo Brasil imperial*. São Paulo, Metalivros, 250p.
- Hayami, I. & Noda, M. 1977: Notes on the morphology of *Neithea* (Cretaceous pectinid) with taxonomic revision of Japanese species. *Transactions and Proceedings of the Paleontological Society of Japan*, Tokyo, 105: 27-55.
- Hertlein, L.G. 1969: Family Pectinidae Rafinesque, 1815. In R.C. Moore (ed.) *Treatise on invertebrate paleontology, Part N1* [Mollusca 6 - Bivalvia]. Geological Society of America & University of Kansas, Boulder & Lawrence: N348-N373.
- Hessel, M.H. 1986: Alguns inoceramídeos (Bivalvia) radialmente ondulados do Turoniano Inferior de Sergipe. *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*, Brasília, 27: 227-237.
- Hessel, M.H. 1988: Lower Turonian inoceramids from Sergipe, Brazil: Systematics, stratigraphy, and paleoecology. *Fossils and Strata*, Oslo, 21: 1-80.

- Hessel, M.H. 2004a: *Gervillia* (*Gervillia*) *solenioidea* Defrance, 1820 (Bivalvia Bakevelliidae) do Neo-aptiano de Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, Porto Alegre, 7: 67-76.
- Hessel, M.H. 2004b: *Myophorella coqueiroensis* (Maury, 1937), um bivalvío Trigoniida do Eoalbio de Sergipe. *Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia*, Porto Alegre, 49: 41.
- Hessel, M.H. 2005: Conchas de Sergipe. *Boletim do Instituto Histórico e Geográfico de Sergipe*, Aracaju, 34: 15-38.
- Hessel, M.H. & Carvalho, M.T.N. 1988: Padrão de coloração em *Natica* (Gastropoda) do Albiano Inferior de Sergipe. *Congresso Brasileiro de Paleontologia*, Rio de Janeiro, 10, *Anais...*, 2, SBP: 457-469.
- Hessel, M.H. & Filizola, N.P. 1991: Algumas espécies de *Aguilera* (Bivalvia) do Albiano Inferior de Sergipe. *Congresso Brasileiro de Paleontologia*, Curitiba, 11, *Anais...*, 1, SBP: 301-316.
- Hessel, M.H. & Condé, V.C. 1995a: Pequenos gastrópodes Neritoidea fósseis brasileiros: uma revisão. *Congresso Latino-americano de Malacologia*, Porto Alegre, 2, *Programa e Resumos...*, SBMa: 104.
- Hessel, M.H. & Condé, V.C. 1995b: Gastrópodes cretáceos da Bacia de Sergipe (Brasil) com padrão de coloração. *Congresso Latino-americano de Malacologia*, Porto Alegre, 2, *Programa e Resumos...*, SBMa: 114.
- Jinhua, C. 1986: Mesozoic transgressions, regressions and bivalve provinces in China. *Proceedings of the Symposium on Mesozoic and Cenozoic Geology*, Beijing: 31-48.
- Kauffman, E.G. 1973: Cretaceous Bivalvia. In: A. Hallan (ed.) *Atlas of Paleobiogeography*. Amsterdam, Elsevier: 353-383.
- Kauffman, E.G. 1979: Cretaceous. In R.C. Moore (ed.) *Treatise on invertebrate paleontology, Part A* [Introduction]. Geological Society of America & University of Kansas, Boulder & Lawrence: A418-A487.
- Klein, V.C. & Ferreira, C.S. 1979: Paleontologia e estratigrafia de uma fácies estuarina da formação Itapecuru, Estado do Maranhão. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 51: 523-533.
- Lewy, Z. & Raab, M. 1976: Mid-Cretaceous stratigraphy of the Middle East. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle de Nice*, Nice, 4: 32.1-32.20.
- Magalhães, J. 1952: Contribuição ao conhecimento do Cretáceo de Sergipe. *Revista Científica*, Rio de Janeiro, 3(1-2): 7-23.
- Magalhães, J. & Mezzalana, S. 1953: *Moluscos fósseis do Brasil*. Rio de Janeiro, Departamento da Imprensa Nacional, 283p.
- Maury, C.J. 1925: Fósseis terciários do Brasil com descrição de novas formas cretáceas. *Monographia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, Rio de Janeiro, 4 [por 1924]: 1-665.
- Maury, C.J. 1937: O Cretáceo de Sergipe. *Monographia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, Rio de Janeiro, 11 [por 1936]: 1-283.
- Muniz, G.C.B. 1993: Novos moluscos da formação Gramame, Cretáceo Superior dos Estados da Paraíba e de Pernambuco, nordeste do Brasil. *Publicação Especial da Universidade Federal de Pernambuco*, Recife, 1: 1-202.
- Newton, R.B. 1909: On some fossils from the Nubian sandstone series of Egypt. *The Geological Magazine*, London, 6(9): 388-397.
- Oliveira, P.E. 1939: Idade do calcáreo de Calumbi (Sergipe). *Notas Preliminares e Estudos da DGM*, Rio de Janeiro, 19: 2-12.
- Perón, A. 1877: Observations sur la faune des calcaires à échinides de Rennes-les-Bains et sur quelques fossiles du terrain crétacé.

- tacé supérieur. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, 5: 499-535.
- Perón, A. 1891: *Description des mollusques fossiles des terrains crétacés de la région sud des Hauts-Plateaux de la Tunisie*. Paris, Imprimerie Nationale, 405p.
- Ramsay, A.T.S. 1973: A history of organic siliceous sediments in oceans. *Special Papers in Palaeontology*, London, 12: 199-234.
- Rennie, J.V.L. 1930: New Lamellibranchia and Gastropoda from the Upper Cretaceous of Pondoland. *Annals of the South African Museum*, Cape Town, 28: 161-260.
- Rennie, J.V.L. 1936: Lower Cretaceous Lamellibranchia from Northern Zululand. *Annals of the South African Museum*, Cape Town, 31: 277-391.
- Reyment, R.A., Bengtson, P. & Tait, E.A. 1976: Cretaceous transgressions in Nigeria and Sergipe-Alagoas (Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 48(Supl.): 253-264.
- Seilacher, A. 1983: Constructional morphology of bivalves: Evolutionary pathways in a primary versus secondary soft-bottom dwellers. *Paleontology*, London, 27(2): 207-237.
- Seilacher, A., Matyja, B.A. & Wierzbowski, A. 1985: Oyster beds: Morphologic response to changing substrate conditions. In: U. Bayer & A. Seilacher (eds) *Sedimentary and evolutionary cycles*. Berlin, Springer: 421-435.
- Silva, G.H. 1963: Lamelibrânquios do Cretáceo da região Carunjabamba-Salinass. Nicolau (Angola). *Boletim dos Serviços de Geologia e Minas de Angola*, Luanda, 8: 5-67.
- Silva, G.H. 1965: Contribuição para um catálogo de lamelibrânquios fósseis do Cretáceo de Moçambique. *Revista de Estudos Gerais da Universidade de Moçambique*, Maputo, 2(2): 1-42.
- Simone, L.R.L. & Mezzalana, S. 1994: Fossil Molluscs of Brazil. *Boletim do Instituto Geológico*, São Paulo, 11: 1-202.
- Soares, S.M. 1963: Paleontologia de Angola 1. Sobre os lamelibrânquios cretácicos da região de Benguela-Cuio. *Memórias e Notícias do Museu de Mineralogia e Geologia da Universidade de Coimbra*, Coimbra, 55: 1-22.
- Souza-Lima, W. 2002: *A Bacia de Sergipe-Alagoas: evolução geológica, estratigrafia e conteúdo fóssil*. Aracaju, Fundação Paleontológica Phoenix, 34p.
- Stanley, S.M. 1970: Relation of the shell form to life habits in the Bivalvia. *The Geological Society of America Memoir*, Baltimore, 125: 1-296.
- Stephenson, L.W. 1941. *The larger invertebrate fossils of the Navarro Group of Texas*. Austin, University of Texas [Publication 4101], 641p.
- White, C.A. 1887: Contribuições à Paleontologia do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, 7: 1-273.
- Willard, B. 1966: *The Harvey Bassler Collection of Peruvians fossils*. Lehigh University Bethlehem, Pennsylvania: 253p.

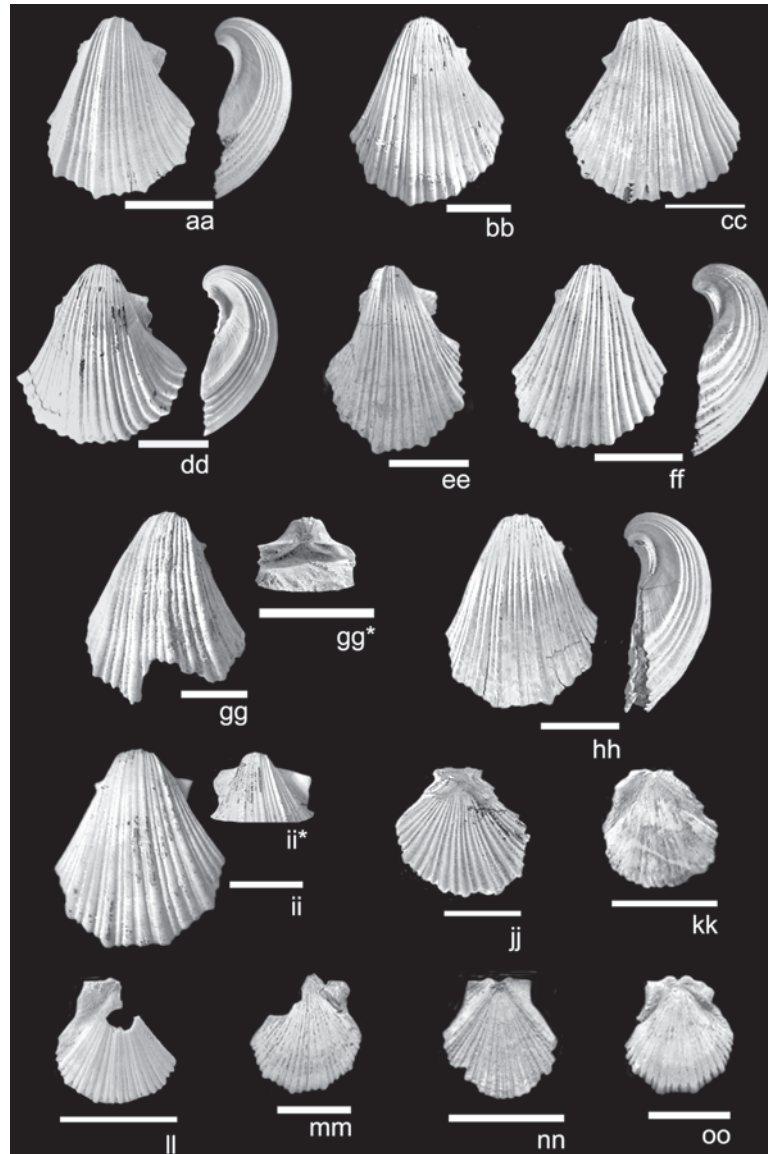


Figura 4 - *Neithea* (*Neithea*) *coquandi* Drouet, 1825 provenientes da localidade de Espírito Santo 1 (Eo-albiano), município de Riachuelo, Sergipe, Brasil (a barra equivale a 1cm): a (ES-10-43), d (ES-10-46) e f (ES-10-48) - vistas lateral e posterior da valva direita; b (ES-10-44), c (ES-10-45), e ((ES-10-47) - vista lateral da valva direita; g (ES-10-49) - vista lateral da valva direita e detalhe da charneira da mesma valva (g*); h (ES-10-50) - vista lateral da valva direita e posterior de ambas as valvas; i (ES-10-51) - vista lateral da valva direita e detalhe das aurículas da mesma valva (i*); j (ES-10-52) - vista lateral (externa) da valva esquerda; k (ES-10-53), l (ES-10-54), m (ES-10-55), n (ES-10-56) e o (ES-10-57) - vista interna da valva esquerda.